

南華大學旅遊管理學系休閒環境管理碩士班碩士論文

MASTER PROGRAM OF LEISURE ENVIRONMENT MANAGEMENT

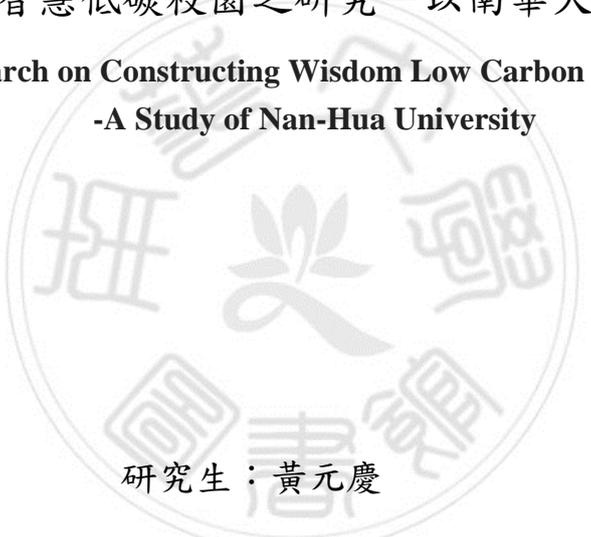
DEPARTMENT OF TOURISM MANAGEMENT

NAN HUA UNIVERSITY

建構智慧低碳校園之研究－以南華大學為例

Research on Constructing Wisdom Low Carbon Campus

-A Study of Nan-Hua University



研究生：黃元慶

**GRADUATE STUDENT : Yuan Ching Huang**

指導教授：趙家民博士

**ADVISOR : Chia Ming Ph.D.Chao**

中 華 民 國 1 0 6 年 6 月

南 華 大 學  
旅遊管理學系休閒環境管理碩士班  
碩 士 學 位 論 文

建構智慧低碳校園之研究—以南華大學為例

研究生：黃元廣

經考試合格特此證明

口試委員：黃星凱

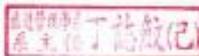
涂耀仁

趙子元

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

指導教授：趙子元

系主任(所長)：

口試日期：中華民國 106年 6月 30日

## 誌 謝

本論文得以順利完成，首先，感謝指導教授趙家民老師的辛勤指導，在撰寫論文中提供寶貴的建議，也感謝營繕組鍾宜璋技士陸續建置和維護南華大學的中央控制系統及資料庫，在分析全校水電資料時能更加快速便利，使得本論文內容能更加豐富，特別感謝兩位口試委員涂耀仁博士、黃鈺凱博士於百忙之中，撥空蒞臨指導，給予寶貴意見，使得本論文能更加完整。也讓後學得以順利完成本論文

同時也感謝在這一年來所有指導的老師。也感謝南華大學總務長、營繕組組長和所有同仁，能支持並在後學上課時分攤後學工作，讓我能  
在進修的同時又能兼顧工作。

再來感謝這一年來研究所的同學們，在學業上及生活上的幫助。特別感謝我的母親、呂鎰理先生及一位不願具名人士，讓我能無後顧之憂地來完成碩士學位。謹以此論文獻給所有指導我的師長及所有協助鼓勵我的家人、朋友。

黃元慶謹誌

中華民國一零六年七月

于南華大學旅遊管理學系休閒環境管理碩士班

南華大學旅遊管理學系休閒環境管理碩士班  
105 學年度第二學期碩士論文摘要

論文題目：建構智慧低碳校園之研究－以南華大學為例

研究生：黃元慶

指導教授：趙家民博士

中文論文摘要內容：

面對地球暖化與氣候變遷問題，人們開始改變居住空間的規劃設計理念與能源使用觀念，如何有智慧的與環境共生共存，乃成為建築規劃與設計時的重要考慮因素，兼顧人性化需求的智慧建築，將成為二十一世紀新建築規劃設計的主流。

大學校園腹地廣大，建築物多，耗用能源多，南華大學導入能源管理系統，將學校節能潛力較大且耗費能源經費較高之設備，以節能改善措施進行實質改善外，且將能資源通訊系統的導入並與其他單位共同推動節能教育與輔導，以達成建構智慧低碳校園與節能改善之目標。本研究使用個案分析、能資源系統雲端資料處理、ISO50001 能源管理系統得到以下結果：

- (一)學校設備耗能值、老舊度、運轉度與能源損耗之關係。
- (二)能源流向、使用時間及耗能差異性的檢討與建議。
- (三)能源管理系統對於設備的耗能提出分析、改善、驗證及執行後成效。

關鍵詞：智慧校園、ISO50001 能源管理系統、雲端資料處理、節能減碳



**Title of Thesis : Research on Constructing Wisdom Low Carbon Campus  
-A Study of Nan-Hua University**

**Name of Institute : MASTER PROGRAM OF LEISURE ENVIRONMENT  
MANAGEMENT DEPARTMENT OF TOURISM MANAGEMENT NAN HUA  
UNIVERSITY**

**Graduate Date : ( June 2017) Degree Conferred : M.B.A**

**Name of Student : Huang Yuan Chung Advisor : Chia-Ming Ph.D.Chao**

## **Abstract**

When facing global warming and the change of climate issue, people turn into conceptual planning and usage of energy.

It's very important to wisely combine our live and environment is the key to architecture planning and design also takes into humanize needs becoming the mainstream of new conceptual architecture in the twenty-first century.

College campus takes too much area of buildings, and waste too much energy.

Our school import an energy management system to substantive improve the usage of energy in equipment which is highly potential and costs and also importing energy resources communication to promote education and counseling with the other units.

Hence, this may lead us to become a Construction of wisdom and energy to improve the low-carbon campus.

This research adopted Case analysis, energy system cloud data processing, ISO50001 energy management system to get the following results:

(1) School equipment energy consumption value, old and the relation between performance and energy consumption.

(2) Review and recommendations in energy flow, usage of time and differences in energy consumption.

(3) Energy management system proposed analysis, improvement, validation and implementation of the results for the energy consumption of the equipment.

Keywords: Wisdom green building, ISO50001 energy management systems, Cloud data processing, Energy-saving and carbon reduction

## 目 錄

誌 謝.....	i
中文論文摘要.....	ii
Abstract.....	iv
目 錄.....	vi
表 目 錄.....	viii
圖 目 錄.....	ix
第一章 緒論.....	1
1.1 研究背景與動機.....	1
1.2 研究目的.....	2
1.3 研究對象與範圍.....	3
1.4 研究流程.....	5
第二章 文獻回顧.....	7
2.1 智慧建築.....	7
2.2 ISO 50001 能源管理系統.....	14
2.3 以大專院校節能減碳之概況.....	22
2.4 國內學校能源使用概況.....	27
第三章 研究方法.....	29
3.1 個案研究.....	29
3.2 研究程序.....	30
3.3 南華大學歷年用電管理與作為.....	36
3.4 南華大學用電設備現場實際調查與分析.....	40
第四章 效益分析.....	64
4.1 圖書館空調系統控制.....	65
4.2 學慧樓空調系統控制.....	67
4.3 小型空調系統控制.....	68

4.4 學慧樓、學海堂、宿舍區走廊燈更換省電燈具.....	70
4.5 主要道路路燈更換為複金屬燈具.....	72
第五章 結論與建議.....	76
5.1 結論.....	76
5.2 建議.....	77
5.3 後續研究與建議.....	78
參考文獻.....	79
中文文獻.....	79
英文文獻.....	81
網站資料.....	83



## 表 目 錄

表 1 各國智慧建築之定義 .....	8
表 2 能源用戶基本資料表 .....	31
表 3 盤查學校邊界設定 .....	32
表 4 電能系統資料 .....	33
表 5 能源流向分析 .....	35
表 6 照明系統組數 .....	50
表 7 ISO 50001 能源管理系統圖書館空調改善行動計畫 .....	66
表 8 ISO 50001 能源管理系統圖書館空調改善成果報告 .....	67
表 9 學慧樓冰水主機設備台數 .....	67
表 10 學慧樓空調系統控制效益表 .....	68
表 11 全校小型空調系統狀況 .....	68
表 12 空調系統控制效益表 .....	69
表 13 燈具更換後效益表 .....	70
表 14 更換熱水系統效益表 .....	71
表 15 路燈更換為複金屬燈效益表 .....	72
表 16 103 年用電度數 .....	73
表 17 103 年平均溫度 .....	73
表 18 104 年用電度數 .....	74
表 19 104 年平均溫度 .....	74
表 20 103、104 年用電度數比較 .....	74
表 21 103、104 年電費比較 .....	75

## 圖 目 錄

圖 1 南華大學導覽圖 .....	4
圖 2 南華大學地理位置圖 .....	4
圖 3 研究流程圖 .....	6
圖 4 ISO 50001 能源管理流程系統模式(資料來源 ISO 50001 能源管理系統) .....	15
圖 5 能源管理系統系統架構(資料來源 ISO 50001 能源管理系統) .....	16
圖 6 能源管理系統運作模式 .....	18
圖 7 教育部校園節能減碳資訊平台 .....	21
圖 8 經濟部能源局非生產性質行業能源查核網路申報系統 .....	22
圖 9 南華大學節電管理系統 .....	38
圖 10 南華大學節電管理系統 .....	39
圖 11 無盡藏(圖書館)水電管理系統 .....	39
圖 12 無盡藏冰水主機 .....	42
圖 13 冰水水泵、冷卻水泵及變頻器 .....	42
圖 14 冷卻水塔 .....	43
圖 15 控制系統畫面 .....	43
圖 16 控制系統依契約狀況暫停主機運轉 .....	44
圖 17 控制系統依使用狀況開啟系統 .....	44
圖 18 空調主機 .....	46
圖 19 冰水水泵 .....	47
圖 20 冷卻水泵 .....	47
圖 21 控制系統依申請時間開啟系統 .....	48
圖 22 教學大樓小型空調系統安裝情形 .....	50
圖 23 圖書館自動點滅器安裝位置圖 .....	52
圖 24 教學大樓自動點滅器安裝位置圖 .....	53
圖 25 圖書館自動點滅器安裝位置 .....	53
圖 26 學慧樓白天點燈狀況系統圖 .....	54
圖 27 學慧樓白天現場點燈狀況 .....	54
圖 28 學慧樓晚上點燈狀況系統圖 .....	55
圖 29 學慧樓晚上現場點燈狀況 1 .....	55
圖 30 學慧樓晚上現場點燈狀況 2 .....	56
圖 31 成均館白天點燈狀況系統圖 .....	56
圖 32 成均館白天現場點燈狀況 .....	57
圖 33 成均館晚上點燈狀況系統圖 .....	57
圖 34 成均館晚上現場點燈狀況 .....	58

圖 35 學海堂白天點燈狀況系統圖 .....	58
圖 36 學海堂白天現場點燈狀況 .....	59
圖 37 學海堂晚上點燈狀況系統圖 .....	59
圖 38 學海堂晚上現場點燈狀況 .....	60
圖 39 文會樓太陽能熱水器 .....	61
圖 40 麗澤樓太陽能熱水器 .....	62
圖 41 太陽能熱水器集熱保溫桶 .....	62
圖 42 太陽能熱水器控制箱體 .....	63
圖 43 太陽能熱水器控制畫面 .....	63
圖 44 熱水器資料分析畫面 .....	64
圖 45 改善預估計畫 .....	65



# 第一章 緒論

## 1.1 研究背景與動機

台灣因地形、地理位置之影響，自產能源相當匱乏，逾 98%之資源仰賴國外供應，除積極發展自產能源外並須配合節能及提高能源使用效率，來作能源發展願景。

學校教育在整個人類社會發展體系中扮演著十分關鍵的角色，校園應秉持著「永續發展、注重環境、愛護地球」的概念，以自身帶頭做起，以減輕地球負擔並落實生活教育。

南華大學創立於民國 85 年，創校三年即從管理學院改制大學。目前計有 5 院、19 系、24 所教職員生計 5958 人。南華大學由星雲大師號召百萬人興學（為期三年每人每月捐獻 100 元）所成立，每分經費均來之不易，對於能資源管理與教育一直是重點目標。原因為其依法成立能源管理組織，制定節能目標，配合政府推動節約能源，推行校園節約能源工作，其主要手法仍建立全校電力監控系統、電力需量管理、定時暫停窗型/分離式，汰舊換新節能照明燈具、中央空調系統定時開關遙控降載等等。該區域內用電活動屬校園教學活動之型態，且該校區建置有全區中央監控系統，各項校園用電狀況及記錄皆可由此系統分析並可依據使用狀況施行相關管理作為。

配合能源政策及校務發展計畫，在每年能源節約需比基準年能源調降 1%及南華大學活動增多、能源使用率加大，兩者相互抗衡下，在如何能利用有現的能源發展校務活動實為我們所需研究探討、控管的議題。

南華大學綠色及智慧化改善一直持續進行，於 95 年度經濟部節約能源績優廠商選拔活動服務業類優等獎，94、95、99 等年度獲得改善既有建物綠建築示範單位並於 98 年獲選為示範參觀地點，101 年節約用水績優單位，103 年獲頒交嘉義縣環境教育績優單位、廢棄物量暨資源回收再利用優等獎，104 年通過 SGS 驗證 ISO 50001 能源管理系統、建築研究所頒巢向未來比賽佳作。並將改善項目融入通識環境教學中養成學生於日常生活中落實體驗智慧化、節能、減碳。另通過 ISO 50001 能源管理系統後，對全校用電設備進行盤查、統計、分析、專家診斷及 P-D-C-A 循環，尋求最適節能改善作為。並藉由建築物智慧化改善作為，收集建築物內外光源、溫度、溼度等資訊，由既有中央監控系統提升收集及分析能力，執行既有空調主機系統自動依建築物內外溫度及使用狀況決定最佳運轉機制、照明智慧化控制系統。研究既有能資源管理系統以提供照明系統改善、提升熱水系統效益。

## 1.2 研究目的

一、探討節流、運用學校中央控制系統去做設備的卸載，減少設備沒關

電源的浪費。

二、探討設備的耗電量，運轉時數、及老舊度，作出改善方案將耗能設備逐步汰換為節能效率高的設備。

三、探討開源:建置再生能源，運用再生能源，減少購電成本。

### 1.3 研究對象與範圍

#### 1.3.1 研究對象

研究區域選定南華大學校區為研究對象，詳圖 1。

#### 1.3.2 地理區域

南華大學為處於大林鎮葉子寮溪旁，鄰近中正大學，南華大學座落在一片古樸的田園景緻中，依山建築，漸層有次，其得天獨厚的自然環境。詳圖 2。



圖 1 南華大學導覽圖



圖 2 南華大學地理位置圖

## 1.4 研究流程

藉由文獻回顧及整理，了解其他學者相關研究，擬定範圍與類型，利用學校原有資料收集系統及設備盤查，分析能源使用狀況及流向，找出耗能設備，建立行動計畫作改善，再作效益分析，提出結論與建議，詳圖 3。



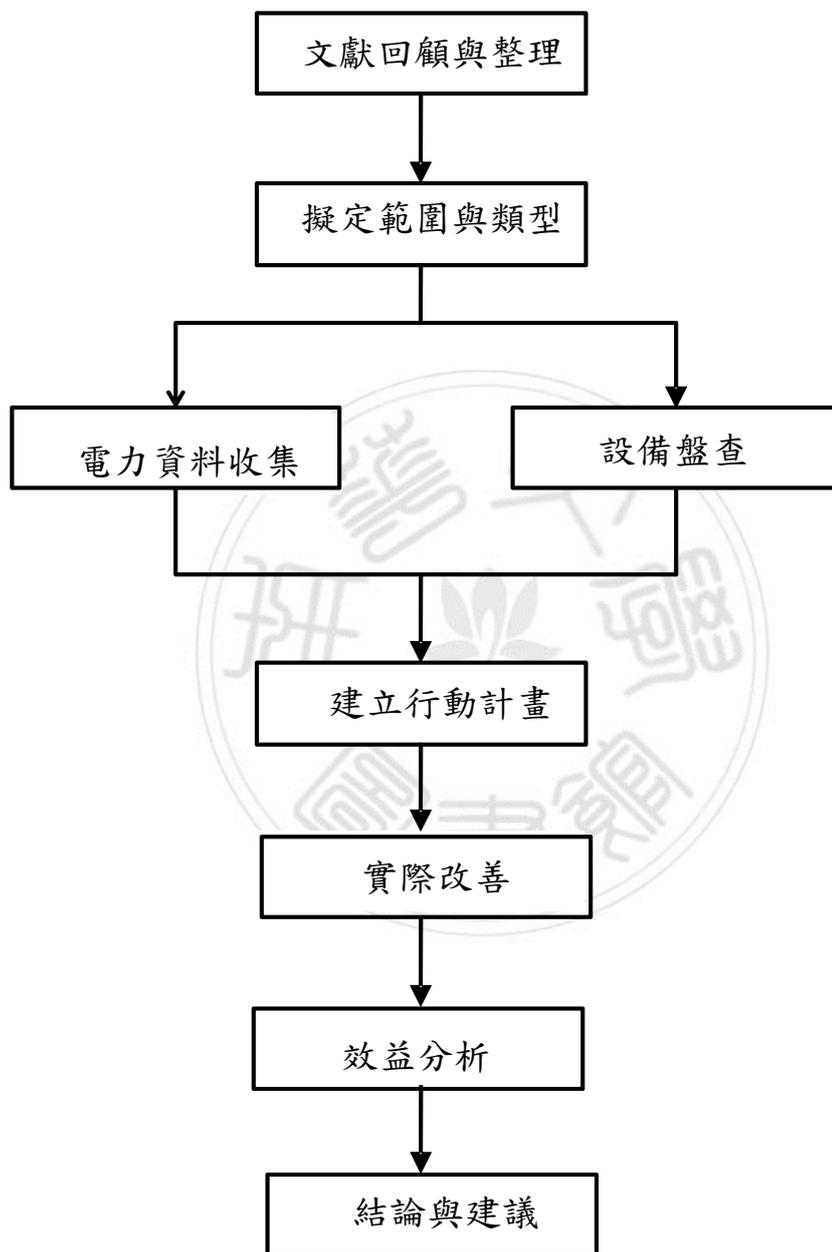


圖 3 研究流程圖

## 第二章 文獻回顧

### 2.1 智慧建築

在資訊突飛猛進的時代，在社會資訊化及經濟國際化條件下，智慧建築為現代高科技的產物。隨著科技的進步，資訊技術的發展下，建築物便納入了自動化系統及通訊網絡系統，發展為集中自動化控制的建築物。

指建築物設置自動化系統，配合建築空間與建築本體，將電氣、電信、給排水、空調、防災、防盜及輸送等設備系統與空間使用、運轉、維護管理予以最佳化，以達到安全、健康、節能、便利與舒適等目的。(溫琇玲，1996年)

#### 2.1.1 智慧建築緣起

智慧建築發展因國外自動化技術及電腦資訊發展技術之進步，而運用在建築物之設備自動控制與設施管理。在1987年我國引進國外智慧化技術後，經過國人十幾年的研究及發展，也逐漸發展出我國特有的智慧建築系統。(內政部建研所，2012)

#### 2.2.2 智慧建築

智慧建築為達成人性化空間，藉由導入資通訊系統及設備之手法，使空間具備主動感知、主動控制技術之智慧化功能，以達到安全健康、

便利舒適、節能永續目的之建築物。(內政部建研所，2016)

智慧建築導入智慧化系統及設備，使建築物具有主動感知之智慧化功能，並以安全監控、節能、舒適便利與健康為主(經濟部，2012)。

智慧建築的發展於1980年代初期於美國興起，在1984年Connecticut Hartford 出現第一座被稱為智慧建築的大樓，1985年日本東京的青山大樓也更加提高建築在智慧化的性能，其中針對智慧建築的評定，各國家之評定概念有所差異，以下就各國對智慧建築之定義作整理。(詳表1)

表 1 各國智慧建築之定義

國家	智慧建築的定義
美國	透過結構，系統，服務和管理等四個基本即期間相互關係優化設計提供一個具備高效及低成本經濟效益的建築空間環境。  要素:結構、系統、服務、營運管理等  目的:獲得高效率、高功能與高舒適性。
日本	即是高功能大樓，是方便有效地利用現代資訊與通信設備，採用大樓自動化技術，使其具有高度綜合管理功能。並以追求經濟性、機能性、可靠性與安全性為目的建築物。

	<p>要素:現代資訊、通信設備、建築自動化技術等。</p> <p>目的:追求經濟性、機能性、可靠性與安全性。</p>
新加坡	<p>只必須具備三個條件:一、具有保安、消防與環境控制等先進化控制系統，以及自動調整大樓內的溫度、濕度、燈光等參數的各種設施，以創造舒適安全的環境。</p> <p>二、是具有良好的通信網路設施，使數據能在大廈內進行流通，三、能提供足夠的對外通信設施與能力。</p> <p>要素:自動化控制系統、良好的通信網路設施、足夠的通信設施。</p> <p>目的:達到舒適安全的環境、數據能在大樓內流通、對外有足夠的通信能力。</p>
中國	<p>定義是利用系統集成方法，將智慧型計算機技術、通信技術、信息技術與建築藝術有機結合，通故對設備的自動監控、對信息資源的管理和對使用著的信息服務及與建築的優化組合，所獲得的投資合理、適合信息社會需要並且具有安全、高效、舒適、便利和靈活特點的建築物。</p> <p>要素:計算機技術、通信技術、信息技術與建築藝術。</p>

表 1 各國智慧建築之定義(續)

<p>歐洲</p>	<p>指創造一種可以使用戶發揮最高效率的環境建築，同時可以最低保養成本，最有效地管理本身資源。智慧型建築提供快速反應，高效率和支撐力的環境，使用戶能達到實現其業務的目的。</p> <p>要素:可以使用戶發揮最高效率的建築環境。</p> <p>目的:可以使用戶發揮最高效率的建築環境。</p>
<p>國際智慧工程學會</p>	<p>指在一座建築中設計可提供響應功能以及適應用戶對建築物用途、信息技術要求變動時的靈活性。智慧型建築該是安全、舒適、系統綜合、有效利用投資、節能和具備很強的使用功能，以滿足用戶實現高生產率的需要。</p>
<p>洲職能建築學會</p>	<p>基於是當的環境品質參數(Quality Environmenet Modeles, QEMS)與建築關鍵因素(Key Elements)選擇搭配來滿足使用著的需求，並在塑造長期價值效益的前提下所設計及建造。</p>

表 1 各國智慧建築之定義(續)

中華民國	以建築為載體，導入綠建築技術及智慧型高科技技術、材料產品之應用，使建築物更安全健康、便利舒適、節能減碳又環保。
------	---

參考資料：溫琇玲、陳素貞, 1996/內政部建研所

統整以上表列國家對智慧建築的定義，無不是以建築為本體，導入自動化智慧科技，而去達到安全、舒適、便利、高效率的建築物。

### 2.2.3 我國智慧建築的指標

為推廣智慧化建築，內政部建研所累積了近十年相關研究成果，於 2002 年進行「智慧建築標章」評估系統之架構研究，並依科技進步之近況做逐年微調改變，累積至今將原始之七項評估指標，增設「貼心便利指標」擴充為八項，並將「設備節能指標」更名為「節能管理指標」，使得指標評估更加完備，且更符合科技發展與使用著需求。

以下就八大指標做說明。

1. 綜合佈線指標：綜合佈線是一種提供通信傳輸、網絡連結，建構智慧服務的基礎設施，其目的在提供智慧建築得以綜合其結構、系統、服務與營運管理，運行最佳化之組合，達成高效率、高功能與高舒適性的居住功效，同時滿足使用者的舒適性、操作者的方便性、設

備的節能性、管理的永續性與資訊化的服務性。(內政部建築研究所，2011年)為建置各種資訊、通信、控制與感知系統，提供現代化生活所需的網路、語音數據，資訊擷取，娛樂影音、監控管理便利居家等，系統整合於連結。

2. 資訊通信指標：智慧建築所需之資訊及通信系統應能對於建築物內外所須傳輸的訊息(包含語音、文字、圖形、影像或視訊等)，具有傳輸、儲存、整理、運用等功能。(內政部建築研究所，2011年)
3. 系統整合指標：是基於建築的永續營運管理與發展來訂定的，其目的是做為評定在建築物內各項自動化服務系統在系統整合上之作為、成效與效益，提高整體管理的效率與綜合服務的能力，降低建築物的營運成本，且能發揮在建築物內發生突發事件之控制與處理能力，將災害損失減少到最低限度。(內政部建築研究所，2011年)為整合不同應用服務子系統或不同製造廠商，提高各項自動化服務系統之作為成效及效益，便能降低建築物營運成本。
4. 設施管理指標：智慧型建築之效益係透過自動化之裝置與系統達到節省能源、節約人力與提高知性生產力之目的。(內政部建築研究所，2011年)確保系統正常運轉並發揮其智慧化之成效。以可靠性、安全性、使用方便性及充分運用設計為目標。

5. 安全防災指標:安全防災指標是於評估建築物透過自動化系統，分別從「偵知顯示與通報性能」、「侷限與排除性能」、「避難引導與緊急救援」三個層面下，對於可能危害建築物或威脅使用者人身安全之災害，達到事先防範、防止其擴大與能順利避難之智慧化性能指標。(內政部建築研究所，2011年)所以主要為防火、防水、防震、防盜、防破壞、緊急求助等系統。
6. 健康舒適指標:「健康舒適」指標區分成「空間環境」、「視環境」、「溫熱環境」、「空氣環境」、「水環境」與「健康照護管理系統」等六大項目。(內政部建築研究所，2011年)故該指標為建立舒適友善並有照護的環境，並提供高效率與便利性，保持室內空間的便利性與舒適性。
7. 貼心便利指標: 指標之擬訂乃為提升使用者之生活品質，鼓勵「人性化」之空間規劃設計，創造「便利」的貼心服務，以期塑造出優質的智慧化居住空間。(內政部建築研究所，2011年)
8. 節能管理指標:本指標以「節能效益」與「能源管理」等面向為評估內容，主要評估智慧型建築物設備系統之節能效益，以各類建築物用電之空調、照明、動力設備等為主，評估空調、照明、動力設備等設備系統是否採用高效率設備，是否具有空調、照明、動力設備

之節能技術，是否具有再生能源設備等，再配合評估是否具有能源監控管理功能。(內政部建築研究所，2011年)

## 2.2 ISO 50001 能源管理系統

### 2.2.1 ISO 50001 能源管理系統緣起

能源管理系統(Energy Management System, EnMS)是ISO(International Organization for Standardization)組織最新推出的管理系統，其奠基於ISO 9001與ISO 14001，從P-D-C-A，持續改善與行為著手，能源管理系統的前身為2009年7月出版的歐洲標準EN16001，再輔以ISO 9001/14001為架構，再大量參考EN 16001內容，發展ISO 50001能源管理系統。國際標準組織(ISO)於2011年6月15日公告ISO 50001能源管理系統標準，亦將面對如何能有效提升能源使用效率、建立能源績效指標。(綠基會，2012)

### 2.2.2 ISO 50001 能源管理系統標準之特色

1. 最高管理階層承諾實現改善能源使用效能的能源政策。
2. 鑑別及進行能源審查，以及會影響組織運作的能源使用變因。
3. 所需要建立的能源目標(objectives)和指標(targets)，其管理方式為，先盤查全校用電設備，依照耗能量、設備老舊度、運轉時數，作

評比，找出較耗能設備，建立行動計畫作改善，此管理標準架構類似於 ISO9001/ISO14001，並且依據 PDCA 的管理循環運作如圖 4。

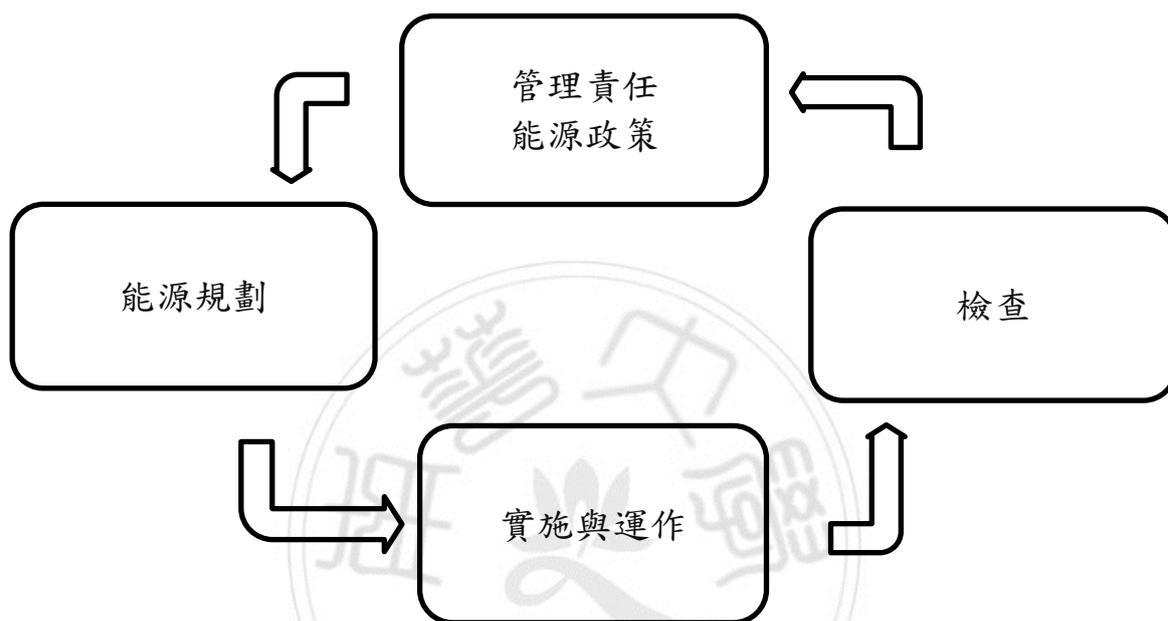


圖 4 ISO 50001 能源管理流程系統模式(資料來源 ISO 50001 能源管理系統)

#### 4. ISO 50001 標準之內涵

能源管理系統標準有六大組成(如圖 5 所示),相關要求涵蓋六大主要內容,分述如下:

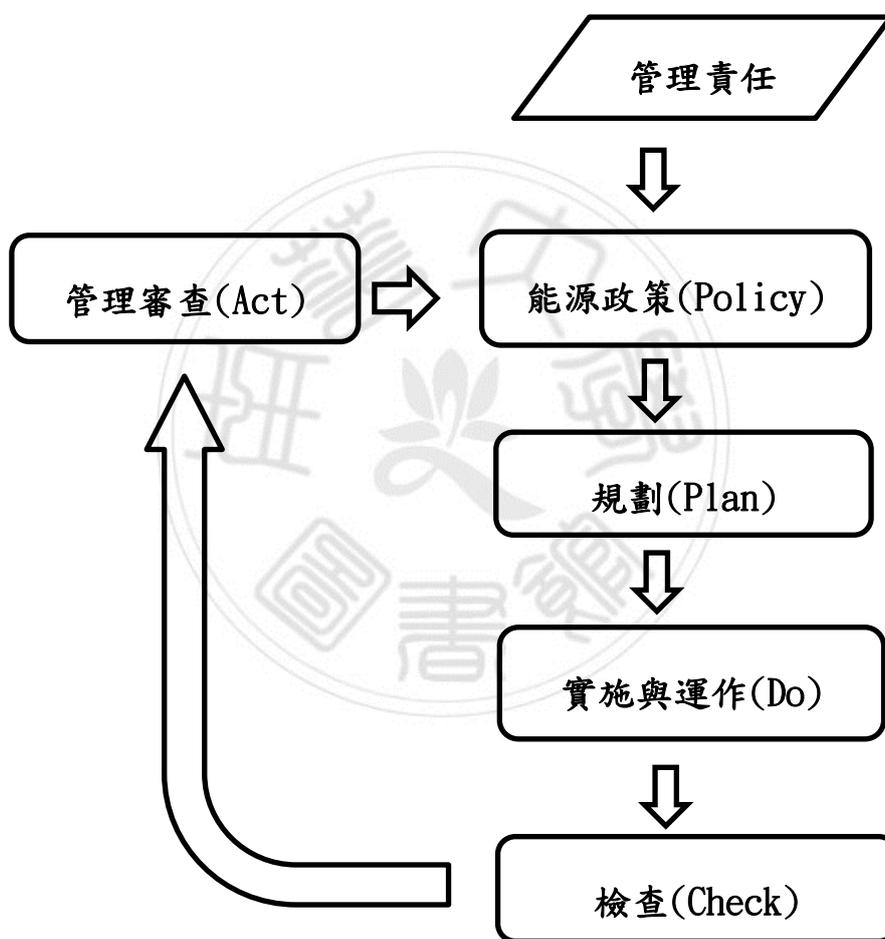


圖 5 能源管理系統系統架構(資料來源 ISO 50001 能源管理系統)

(1)P(規劃 ) 依據改善能源績效及能源政策的機會,建立目標及必要

之程序以達成結果。

(2) D(實施與運作 ) 實現所訂定之程序。

(3) C(檢查 ) 針對政策、目標及其作業之監督及量測過程，並報告結果。

(4) A(管理審查 ) 採取行動計畫以持續改善

#### 4. ISO 50001 能源管理系統之施行詳圖 6 執行單位須做到以下

(1) 管理責任：最高管理階層支持能源管理系統並持續改善其有效性之承諾。

(2) 能源政策：陳述組織為達成能源績效改善之承諾。

(3) 能源規劃：實施與文件化能源規劃過程。規劃應與能源政策一致並導引持續改善能源績效。

(4) 實施與運作：由規劃過程中所產生之行動計畫去實施與運作。

(5) 檢查：確保決定能源績效的關鍵特性於櫃化的期間內被監測、量測及分析。

(6) 管理審查：規劃期間內，最高管理階層應審查組織的能源管理系統，以確保其適用性、適切性及有效性。

(資料來源:整理至綠基會 ISO50001 國際標準條文 2013)

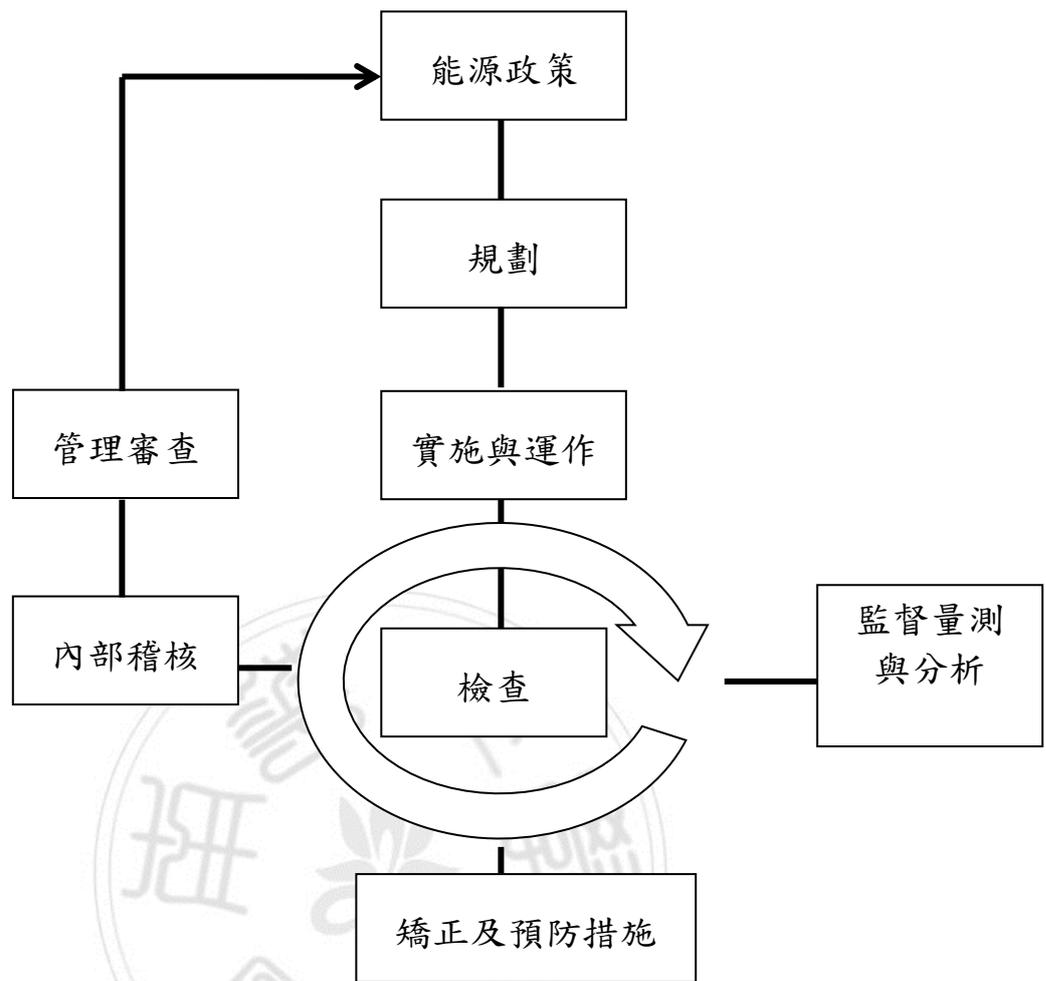


圖 6 能源管理系統運作模式

資料來源：ISO 50001 能源管理系統

### 2.2.3 能源管理

(一)人類發展的物質基礎是「能源」，但過度開發能源，除破壞環境外，甚而威脅人類自身之生存。1970 年代連續掀起兩次能源危機，造成全球經濟衰退(王革華、張勝雄、潘恆堯、朱紹祚與薛玉如，2008)，

建築界亦因石油恐慌，興起低能源建築，生態建築，風土建築等節能設計熱潮(林憲德，2006)，因此永續能源與不危害環境的能源運用方式，以成為人類永續發展的重要議題(王革華等人，2008)。

因應氣候危機及國際石油上漲，各國能源管理重視穩定能源供給、能源供需平衡、環保節能、能源安全、替代能源及永續能源等項，考量能源蘊藏量及供需，先進國家積極儲備、節約能源、減少排放溫室氣體、提高能源使用效率(財團法人台灣綜合研究院，2006)。

經濟及科技發展的動力來自能源，國際能源因石油市場造成能源安全及全球氣候變遷暖化，二氧化碳減量問題，導致環保意識抬頭，全球經濟體承受越來越大的壓力，未達永續環境目標，世界各國無不朝向能源管理、及低碳發展為核心議題。

## (二)能源管理之意涵

能源指一系統產生強而有力活動的能力，是與生俱來的力量、潛在的力量(黃文良，2009)能源包含所有燃料、流水、陽光和風，人類對它適當轉換可為自己提供所需之能量。能源系統產生外界活動力之能力，分為機械能(位能和動能)、熱能、化學能及物理能、電磁輻射、電能等形式。能源由一種物理型態經物理變化後，轉換為另

一物理型態的過程，即為能源轉換，每種能源形式可相互轉換替代(經濟部能源局，2011)。

本文歸納「能源管理」之意涵為：建置永續利用的綠建築及再生能源，並加以系統化管理模式，以提高能源使用之效率，達成持續改善解能減碳績效的能源管理目標。

依據能源管理法第 9 條、11 條及 12 條 5 之規定及能源用戶應辦理能源管理法規定事項之使用數量基數，要求列管能源用戶應依法申報其能源使用使用種類、數量及效率、訂定年度節能目標及計劃、追蹤前一年度執行成效及設置能源管理人員等(綠基會通訊 36 期，2014 [https://www.tgpf.org.tw/main6-1\\_detail.asp?id=74](https://www.tgpf.org.tw/main6-1_detail.asp?id=74))。並配合國家能源政策溫室氣體減量，及節能減碳永續發展之目標，於 2007 年立院一讀通過溫室氣體減量草案，於 2008 年行政院提出永續能源政策綱領，並規劃學校用電、需負成長，累計到 2015 年需有 7%的節約能源目標。針對用電、用油、用水、用紙正成長及超過用電指標之單位，依分級管理機制分類管考，以使能達成節能目標及有效推動節能減碳作業。詳圖 7(教育部校園節能減碳資訊平台，2014

<https://co2.ftis.org.tw/Home/>)

教育部

溫室氣體管理專區 環安衛補助計劃專區 能源管考資訊系統 大專院校 節能績效保證合約ESPC 校園低碳節能生活報

節能減碳資訊查詢系統 最新消息 相關連結 網站地圖 連絡我們

## 校園節能減碳資訊平台

◉ 溫室氣體管理專區

首頁 > 溫室氣體管理專區 > 檔案下載

### 檔案下載

#### ESPC專案技術文件

- 結案報告格式
- ESPC工作項目與經費需求(範例)
- ESPC執行說明會簡報資料
- 節能績效保證專案先期評估計畫書-格式範例
- ESPC結案報告格式
- 教育部補助大專院校推動節能績效保證專案(ESPC)之先期評估診斷補助計畫申請作業辦法-節能績效保證專案(ESPC)計畫申請辦法說明及撰寫須知
- 專院校推動節能績效保證專案(ESPC)之先期評估診斷補助計畫申請作業辦法-問答題
- 教育部補助及委辦計畫經費編列基準表
- 大專院校推動節能績效保證專案(ESPC)之先期評估診斷補助計畫申請作業辦法-附件
- 大專院校推動節能績效保證專案(ESPC)之先期評估診斷補助計畫申請作業辦法
- 經濟部能源局-辦公大樓節約能源手冊
- 經濟部能源局-學校節約能源技術手冊
- 經濟部能源局-熱泵熱水系統Q&A節能技術手冊
- 經濟部能源局-節能績效保證專案宣導手冊
- 經濟部能源局-照明系統Q&A節能技術手冊
- 經濟部能源局-政府機關辦公室節能技術手冊
- 經濟部能源局-政府機關學校耗能指標指導手冊

圖 7 教育部校園節能減碳資訊平台

為管理各能源大用戶，經濟部能源局貴定超過 800 千瓦用戶需設置能源管理員一名或委託技師登載該區能源及設備，超過 10 萬千瓦需設置兩名以上能源管理員或由技師登載。以便追蹤能源流向。詳圖 8

圖 8 經濟部能源局非生產性質行業能源查核網路申報系統

## 2.3 以大專院校節能減碳之概況

行政院於 2008 年訂定每年用電量與用油量以負成長為原則，至 2015 年累計總體節約能源以 7% 為目標。執行單位之用電指標（以下簡稱 EUI）高於同類型機關學校 EUI 基準值（以下簡稱基準值）者，另應積極採行各項可行措施，最遲於 104 年前將 EUI 降至基準值。

執行單位之 EUI 高於基準值者，應於 2009 年 1 月 15 日前擬定 2009 年至 2015 年分年之節能目標及整體節能計畫，逐年檢討成效並做部分計畫修正（行政院，2009）。

經濟部取樣 12 家大專學校節能技術服務報告顯示各校耗電狀況及指標，電費佔 98.6%、油費佔 1.4%，累計省能效益 2,680 萬元/年，平

均省能 8.5%，抑低尖峰負載 3,466kW，減少用電 8,797,816 kWh/年。

以大專院校為例，一般學校空調耗電佔總用電之 50%。以圖書館空調佔最大。目前空調管理方式，大都外包保養，夏天當外氣超過 28°C，則由各棟行政管理人員自行開機，至下班後才關機。耗能缺點為學校作息時間變動大時，空調系統若無監控系統，則常無法配合做節能控制調整，常見空調開多台低負載運轉，及工作忙而忘記關機。

一般學校照明用電佔總用電之 30%。目前學校照明現況之耗能缺點為，(1)尚未全面採用電子式安定器燈具，因由於全年照明用電時間短，投資回收年限長達 7 年以上；(2)因校區大，照明點減管理困難。南華大學 104 年度 EUI 為 70.1，小於行政院所公告大學 EUI=94 之基準值，顯示本校建築物耗能較同類型大學低。（經濟部，2006）

科技進步帶來福祉也帶來危機，使人類體認到全球永續發展的重要。台灣欲邁向永續發展，校園將成為其重要基地。校園是培育人才的地方，也是傳承創新與發展知識的場所，台灣隨著世界潮流邁向永續發展之時，校園將是永續發展的基地，必須擔負起先驅、示範與推展的角色。（張金淑，2006）。學校為教育單位亦應負起教導校內教、職、員、生節能減碳之觀念。

以往訴求環保或是對環境友善的產品或是概念，在拚經濟的思考

模式下總是被置一旁，甚至對廠商而言，「少用能源」的概念，更被視為阻礙發展的消極想念。但隨著能源短缺議題發燒，以及一旦開始徵收「碳」稅的影響。導入節能或綠建築，不僅不再是花錢，反而能提昇企業的正向形象、提高員工的工作效率，更實際的是省下大筆白花花鈔票。（黃楓婷，2008）。為建立智慧低碳校園，沿用舊有中樣控制系統，逐步建置空調卸載、引進外氣、燈光控制系統，雨水系統等，以達到即時監控，提供全校師生良好教學環境。

中央監控系統具有大樓設備中樞神經的功能，具有遠方監視、操作、控制、記錄及管理等功能，並集中一處執行。系統具有提昇其管理效能，諸如積極利用電腦之資料處理功能，實施能源管理。

能源管理之目的，在落實負載調控來提高負載率可充分的發揮能源效益。對用電戶而言可降低用電成本達成合理電能管理。但中央監控系統通常以安全管理運作為主，需量控制為輔（高坤育，2005）。於中央監控系統所傳回資料，可立即作資料分析，處理，讓操作人員可即時反應，減少能源浪費。

針對台中市立中小學學校用電結構及相關因子進行分析，進而依學校總人數、有效樓地板面積及有效使用時間提出總用電量之預估值（雷志文，2001）。EUI 為計算單位面積耗電量，也可將其資料與校內

各大樓做比較，找出耗電設備，進行改善。

在建築能源監測方面係利用數位式電錶截取各類建築物內各項耗能設備之電力消耗資料，以開放式架構 BACnet 通訊協定之應用由能源監測中心取得各建築群之監測資料，並建立各建築群之能源監測資料庫，以取得各項耗能設備之耗電比例，再將所取得之耗能資料整理成每年月最大用電需量密度  $DuI$  值[W/平方公尺]與每平方公尺耗電量  $EuI$  值[kWh/平方公尺.yr]兩個重要指數值，以便於透過這些監測數據分析出各建築群之耗能趨勢，決定出適合各類建築物之節能空間及控制條件（沈秉錡、蔡尤溪、李魁鵬，2004）。

依據空調、照明、人員等建築耗能特性，制訂出住宅、辦公、旅館、百貨商場、醫院、娛樂場所、文教與其他等八大類與耗能相關建築分類，並建議前七類為優先管制目標，並可達 83% 的可及效果（林憲德，2000）。

探討各界欲藉節約能源問題，而使學校行政主管機關，或教育當局欲使學校節省用電量，卻減低照度水準，以達成立竿見影之節約用電成果，卻可能犧牲了學生的視力問題進行研究。最後建議學校教室的照明其黑板照度應達 750Lux 以上，教室平均照度應要 500-700Lux 之間（宋平生、李鳳姿，1982）。此篇論文有其時代背景意義，因當

時教育當局並未規定學校教室照明要求，故恐因節約能源之需要而減低學校教室之照明需求而影響學生視力。

據實際建築物耗電量測結果顯示，一般商業建築空調系統耗電約佔 40%以上，照明系統約 30%，其他動力設備則佔 30%。而空調系統總耗電量之中，空調主機（Chiller）耗電則佔約 60%左右，其他冰水泵浦系統約佔 20%，空氣側設備約佔 20%，顯示空調主機之運轉改變為節約能源極重要目標。在國內許多大型建築中，其中央空調系統裝設之容量都比原本實際所需之容量大許多，造成空調噸數過量設計，耗費多餘之設備成本可依據負荷型態設計最佳化之台數控制（吳衍嘉，2005）。

空調系統中，冰水機組的能耗是最大的，約佔 60%左右，故有效降低冰水機組的能耗是建築節能的一個重要部份。冰水機組將無法避免會長期在低負荷下運轉，導致耗電量增加。台數控制是冰機最常用的節能策略之一（楊冠雄，2008）。

在「節能」與「省錢」訴求上，因使用太陽能作為熱水加熱能源，依工研院的推估，以台灣地區平均日照量而言，整體效益上每平方公尺集熱器一年約可減少 220 公斤 CO<sub>2</sub> 排放（黃重魁，2002）。南華大學於學生宿舍上建置太陽能熱水系統，可供熱水鍋爐加熱前的提升溫

度，每年可減少約 40 萬的柴油費用。

可再生能源 (Renewable Energy) 為來自大自然的能源，例如太陽能、風力、潮汐能、地熱能等，是取之不盡，用之不竭的能源，會自動再生，是相對於會窮盡的不可再生能源的一種能源。以台灣地理環境，會以太陽能及風力發電最有經濟效益。

## 2.4 國內學校能源使用概況

經濟部能源委員會所編製之學校能源技術手冊中針對大專院校耗能狀況及每年使用時間進行分析。

### 2.4.1 國內學校空調部分

學校空調主要可分行政中心辦公室空調、教室空調、研究室空調、圖書館空調、體育館空調。其常用空調型式及全年運轉時間，如下：

(1) 辦公室空調 ( $9 \text{ H/天} \times 250 \text{ 天/年} \times 6/12 = 1125 \text{ H/年}$ )

(2) 教室空調 ( $9 \text{ H/天} \times 250 \text{ 天/年} \times 6/12 = 1125 \text{ H/年}$ )

(3) 研究室空調 ( $9 \text{ H/天} \times 250 \text{ 天/年} \times 6/12 = 1125 \text{ H/年}$ )

(4) 圖書館空調 ( $9 \text{ H/天} \times 250 \text{ 天/年} \times 6/12 = 1125 \text{ H/年}$ )

以大專院校為例，一般學校空調耗電佔總用電之 50 %。以圖書館空調佔最大。

### 2.4.2 國內學校照明部分

學校照明主要可分辦公室照明、教室照明、圖書館照明、走道照明及室外照明五大部份。其常用燈具型式及全年運轉時間，如下：

(1) 辦公室照明 (9 H/天×250 天/年=2250 H/年)

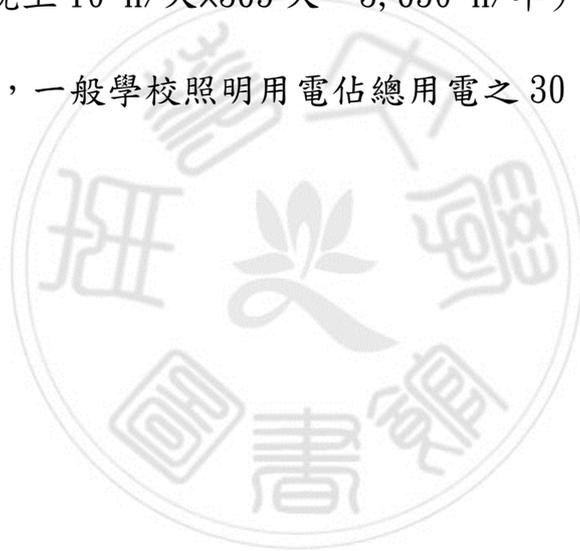
(2) 教室照明 (8 H/天×200 天/年=1,600 H/年)

(3) 圖書館照明 (12 H/天×200 天/年=2,400 H/年)

(4) 走道照明 (8 H/天×200 天/年=1,600 H/年)

(5) 室外照明 (晚上 10 H/天×365 天=3,650 H/年)

以大專院校為例，一般學校照明用電佔總用電之 30 %。



## 第三章 研究方法

### 3.1 個案研究

本研究採用個案研究法。所謂個案研究法，在於探討一個個案在特定情境脈絡下的活動性質，希望去瞭解其中的獨特性與複雜性。研究者的興趣通常在於瞭解過程而非結果，因而研究者會著重整體觀點，瞭解現象或事件的情境脈絡而不只是特殊的變項（林佩璇，2000）。我們可以說個案研究就是一種研究策略，選擇單一個案，採用各種方法如觀察、訪談、調查、實驗等，以此蒐集完整的資料，掌握整體的情境脈絡與意義、深入分析真相、解釋導因、解決或改善其中的方法（邱憶惠，1999），亦即個案研究能夠幫助研究者釐清特定的真實情境脈絡，達成整體而通盤的瞭解。

個案研究即是對特定現象的檢視（examination），例如一個計畫、一個事件、一個人、一個機構、或者一個社會團體（Merriam, 1988）。個案研究所指的「個案」，可以是一個人、一個事件或一個機構或單位。Stake 則認為個案是一個有界限的封閉系統（a bounded system），它指的是一個界線明確的對象而非泛指某種過程。例如一位教師、學生可以是個案，一個革新方案、一所學校也都是一個個案，但是一個教師的教學、幾所學校間的關係都不能稱作是個案，因為他們不是有界限的封閉

系統 (Stake, 1995)。要瞭解一個個案可以從兩個具體因素判斷：第一，它是一個有界限的系統；第二，系統中存在著某種行為型態 (the behavior patterns of the systems)，研究者可以藉由此行為型態或活動性質來瞭解系統的複雜性與脈絡過程的特性 (林佩璇，2000)。

本個案研究係於民國 103 年 1 月至 104 年 12 月間，藉由監控系統收集相關歷史資料，及電費繳納情形，於節能改善前後實際觀察。於民國 106 年 1 月進行能源盤查。

## 3.2 研究程序

本研究的整個研究程序大致可分為二大階段。第一階段主要在策略規劃相關文獻的蒐集、廣泛的閱讀與深入之探討，並確定研究目的、研究範圍與研究方法。在勾勒出研究方法的架構後，即進入第二階段，個案分析階段。

在個案分析階段中，先對所擇定的學校範圍作校園能源盤查，分別盤查校園各棟使用設備、計算單位面積電能使用量 (EUI) 及各棟使用量再依能源局盤查之資料及 ISO 50001 能源管理系統來分析成效及探討個案例年節能減碳作為分析其成效。

### 3.2.1 基本資料

能源用戶基本資料 (詳表 2)

表 2 能源用戶基本資料表

用戶編號：	E8439	能源用戶名稱：	財團法人南華大學
台電電號（註3）：	E8439	能源使用地址：	嘉義縣大林鎮中坑里南華路一段55號
09. 行業分類：	大專校院	行業編號：	P855
主要建築類型：	學校(一般大學(專))	營業規模（註4）：	0（間、床、房）
員工人數（註5）：	6100	14. 全年工作時數：	2376 小時
總樓地板面積（註6）：	73971 平方公尺	總空調使用面積（註6）：	66573.9 平方公尺
總能源費用：	2,253.77 (萬元/年)	營業額：	0（百萬元/年）

表 3 盤查學校邊界設定

盤查組織邊界設定	
進行盤查學校邊界之範疇	南華大學進行盤查邊界之範疇為南華大學成均館、無盡藏(圖書館)、學海堂、學慧樓、雲水居、文會樓、麗澤樓，其中包含一般教室、教師研究室、行政辦公室、實驗室、員工餐廳及宿舍等區域。

### 3.2.2 電能系統資料

全校電能系統資料，為全校詳表 4、5



表 4 電能系統資料

電能系統資料								
序號		1	2	3	4	5	6	7
建築物名稱		成均館	文會樓	學海堂	雲水居	無盡藏	學慧樓	麗澤樓
變壓器編號		TR-1	TR-2	TR-3	TR-5	TR-6	TR-7	TR-11
廠牌		士林	亞力	盛英	盛英	盛英	亞力	盛英
製造年份		1996	1996	1997	1997	1997	2002	1997
變壓器 容量	(千伏 安)	1750	750	1250	1000	1500	1500	200
變壓器型式(乾 式或油式)		乾式	油式	乾式	乾式	乾式	乾式	乾式
高壓一 次側	(千伏 特)	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4
低壓二 次側	(伏特)	380	380	380	380	380	380	380
迴路名稱		照明設 備	照明設 備	照明設 備	照明設 備、	照明設 備、	照明設 備、	馬達
負載概述		馬達、冷 氣設 備、照明 設備	馬達、冷 氣設備	馬達、冷 氣設備	馬達、窗 型冷 氣、飲水 機	馬達、中 央空調 冷氣設 備、空調 箱等等	馬達、 空調冷 氣設 備、冷 氣設備	各項馬 達及重 大負載
效率 $\eta$	(%)	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%
變壓器 溫度	(°C)(註 1)	38	35	30	30	37	35	36
實際電 壓一次 側	(千伏 特)	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4
實際低 壓二次 側	(伏特)	380	380	380	380	380	380	380
負載電 流	(安培)	518	247	364	259	803	764	22
功因	(%)(註 2)	97%	95%	92%	90%	97%	97%	100%

	平均負載	(瓩)	330.7	154.4	220.6	153.4	512.6	485.7	14.5
	負載率	(%) (註3)(註4)	19%	21%	18%	15%	34%	32%	7%
功因改善	功因自動調整器	(有/無)	有	有	有	有	有	有	有
	裝置電容器量	(千乏)	80	14	63	27	80	80	12



表 5 能源流向分析

電能用量平衡圖		電力使用分布百分比%				
<table border="1"> <tr> <td>總用電度數</td> <td><b>100%</b></td> </tr> <tr> <td>6,112,600</td> <td>度/年</td> </tr> </table>	總用電度數	<b>100%</b>	6,112,600	度/年	1. 空調設備	<b>43.00%</b>
	總用電度數	<b>100%</b>				
	6,112,600	度/年				
	2,628,418	度/年				
	2. 照明設備	<b>17.00%</b>				
	1,039,142	度/年				
	3. 冷凍冷藏設備	<b>3.00%</b>				
	183,378	度/年				
4. 事務設備	<b>20.00%</b>					
1,222,520	度/年					
5. 送排風設備	<b>4.00%</b>					
244,504	度/年					
6. 給水污水設備	<b>9.00%</b>					
550,134	度/年					
7. 電梯設備	<b>3.00%</b>					
183,378	度/年					
8. 其他設備(註)	<b>1.00%</b>					
61,126	度/年					

### 3.3 南華大學歷年用電管理與作為

1. 每月配合台電抄錶，並紀錄各棟用電量及統計分析用電狀況。
2. 每月由中央監控電腦統計各棟每日用電量（月報表），如有異常可統計每小時用電量（日報表）加以分析。
3. 每日紀錄各棟自來水用水量、污/回收水流量並統計分析用水狀況。
4. 鍋爐用油於每（月）次加油時紀錄統計並分析耗油量。
5. 台電受電站及全校各棟建築物，裝置多功能電錶收集用電資訊並定期檢測。
6. 各棟建築物裝置傳輸型水錶收集用水資訊分析研判用水狀況。
7. 學生宿舍裝設電錶每月收集各房間用電資訊作為專案宣導。
8. 每月會同機電顧問公司檢查用電設備、每半年實施大保養及測試相關設備，作成紀錄備查。
9. 宿舍區定時（17：00-01：00）供應熱水並利用太陽能產生熱水減少燃油使用量。
10. 鍋爐用油紀錄分析使用狀況必要時汰換。
11. 中央空調系統採用空調箱與冰水主機分別控管依據空間使用狀況及戶外溫度狀況由中央監控系統開啟。並於結束前 15-30 分鐘關閉冰水主機。

12. 定期清洗／保養系統提高效能。
13. 小型空調系統選用高EER機型、實施回風25°C以下壓縮機管制運轉、設置運轉計數器提醒節約使用。定期清洗保養提高效能。
14. 路燈系統依據光感應開關或依設定時間由中央監控系統開啟（閉）。行政/教學區走廊燈由中央監控系統依設定時間開關。
15. 公共空間（廁所/茶水間）設置感應控制器。圖書館獨立空間使用KEY-TAPE人員離開立即關燈。
16. 逐步汰換一般安定器更換為電子式安定器。採用高效率（LM/W）燈管、燈泡如T5、高壓鈉燈、複金屬燈等。
17. 教室及球場夜間照明依據課表開燈、空調、吊扇、教學設備。
18. 利用中央監控系統統籌管理分析如：即時顯示用電狀況（各棟、宿舍）、主要設備（空調、照明、馬達）起停狀況分別列入紀錄、設備故障立即告警通知，減少應變時間並作成紀錄。
19. 使用高效率熱泵系統提供教職員宿舍熱水使用。
20. 使用太陽能熱熱水系統提供學生宿舍熱水使用。
21. 使用網路資訊系統，提供各項能資源使用（學生宿舍用電及CO<sub>2</sub>排放量）狀況查詢服務。

南華大學節電管理系統，可供全校師生及校外人士去查閱用電、用水

資訊。詳圖 9、10、11。(http://60.249.252.112/)

**南華大學節電管理系統**

最新訊息  
本校為有效防範H1N1新型流感，凡體溫超過38°C者請速就醫，在家自主健康管理5天，並通知系所辦理請假事宜。

歡迎光臨

文會樓、麗澤樓      南華九村      南華七村(貞觀樓)

**文會樓**  
--- 男生宿舍。一樓設有福利社「逸進堂」、餐廳。取自《論語》：「君子以文會友，以友輔仁」。---

**麗澤樓**  
--- 女生宿舍。出自《易經》兌卦象傳：「麗澤，兌，君子以朋友講習」。(兌為澤之象)---

洗衣間      走廊

4人房      3人房

兩人房

浴室

家具

圖 9 南華大學節電管理系統



圖 10 南華大學節電管理系統

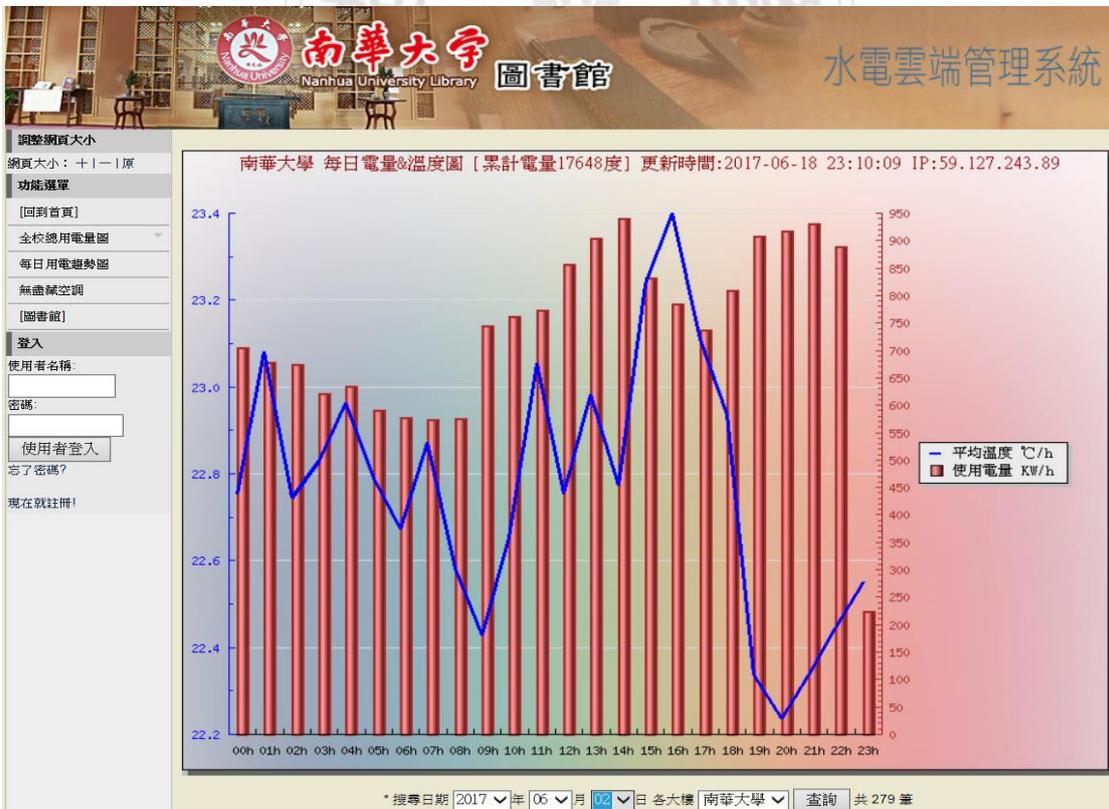


圖 11 無盡藏(圖書館)水電管理系統

### 3.4 南華大學用電設備現場實際調查與分析

建築物節能政策為我國最重要的節能政策之一環，為配合政府節約能源政策，並節省學校經費的支出，採用照明與空調冷氣設備獨立管控方式，運用時控、光控及卸載(尖、離峰用電)等管理方式統一管理，有效的利用、管理能源，以達節省能源之目的。

利用管理、設備、自然資源等提高效率減少能源使用抑止二氧化碳排放。

#### 3.4.1 中央空調系統

##### 1. 圖書館空調系統設備規格描述：

- (1) 空調採用螺旋式主機 350RT：共計 2 台，使用 R-12 冷媒，如圖 12 所示。
- (2) 冰水水泵：共計 3 台，如圖 13 所示。
- (3) 冷卻水泵：共計 3 台，如圖 13 所示。
- (4) 冷卻水塔扇散熱馬達：共計 2 台，如圖 14 所示。

空調系統描述：南華大學圖書館大樓之空調系統採用多馬達水路設計，此種系統設計主要為將二個或更多主機以並聯或串聯之方式加以連結，連接至共同的管路系統分佈置各空間，是中央空調系統經常之設計方式之一。此種設計具有良好的負荷調度性，系統所需運轉的冰水主機

機運作可以隨時依負載側負荷大小做適度的調整。

(1)依據公告之開閉館時間調查使用狀況：(詳圖 15、16、17)

A. 平日（星期一至五）開放時間：08：00 - 22：00

B. 星期六：10：00 - 19：00

C. 星期天：08：30 - 16：30

D. 每周開放時間高達 87 小時空調使用頻率非常高。

(2)觀察實行之節能減碳作為：

A. 操作人員考量機器設備已裝設如逕行更換高效率設備考量經費龐大及回收時程長等因素，所以運用最佳化管理方式節能。

B. 檢討空調使用空間，將非常態（與開館時間不同如教室、研究室、遠距教室、K 書中心）使用空間裝置獨立系統。

C. 依據使用狀況作最佳化運轉。使用 1 套主機與泵浦。

D. 運用外氣調節館內溫度。依室外溫度狀況關閉空調系統，僅開放空調箱調節。

E. 於閉館前 30 分鐘關閉空調主機。

F. 依據契約容量狀況暫停主機運轉避免超契罰款。



圖 12 無盡藏冰水主機



圖 13 冰水水泵、冷卻水泵及變頻器



圖 14 冷卻水塔

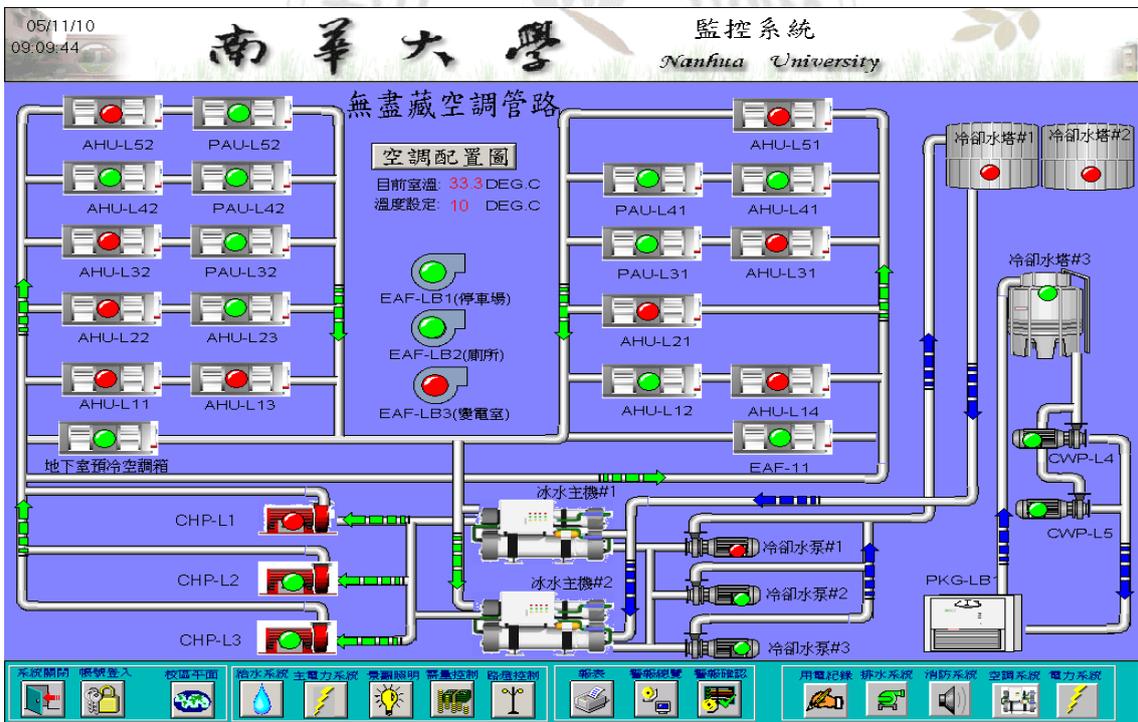


圖 15 控制系統畫面



圖 16 控制系統依契約狀況暫停主機運轉



圖 17 控制系統依使用狀況開啟系統

## 2. 學慧樓空調系統設備規格描述

(1)空調採用螺旋式主機 250RT：共計 2 台，使用 R-12 冷媒，如圖 18 所示。

(2)冰水水泵：共計 3 台，如圖 19 所示。

(3)冷卻水泵：共計 3 台，如圖 20 所示。

(4)冷卻水塔循環泵：共計 2 台。

南華大學圖書館大樓之空調系統採用多馬達水路設計，此種系統設計主要為將二個或更多主機以並聯或串聯之方式加以連結，連接至共同的管路系統分佈置各空間，是中央空調系統經常之設計方式之一。此種設計具有良好的負荷調度性，系統所需運轉的冰水主機機運作可以隨時依負載側負荷大小做適度的調整。

### 1. 實際調查運作情形：(詳圖 21)

(1)地下室演藝廳依據申請核准狀況開放空調。

(2)中央空調供應教授研究室使用開放時間平日 0900-2200、假日 0900-1700。

(3)教授研究室裝設獨立空調系統實施雙系統運作(演藝廳使用時方切換為中央空調系統)，避免少數空間使用系統運轉。

### 2. 觀察實行之節能減碳作為：

- (1)操作人員考量機器設備已裝設如逕行更換高效率設備考量經費龐大及回收時程長等因素，所以運用最佳化等管理方式節。
- (2)依據使用狀況作最佳化運轉。使用 1 套主機與泵浦。
- (3)依室外溫度狀況關閉空調系統，僅開放室內小型送風機箱調節。
- (4)依據契約容量狀況暫停主機運轉避免超契罰款。



圖 18 空調主機



圖 19 冰水水泵



圖 20 冷卻水泵

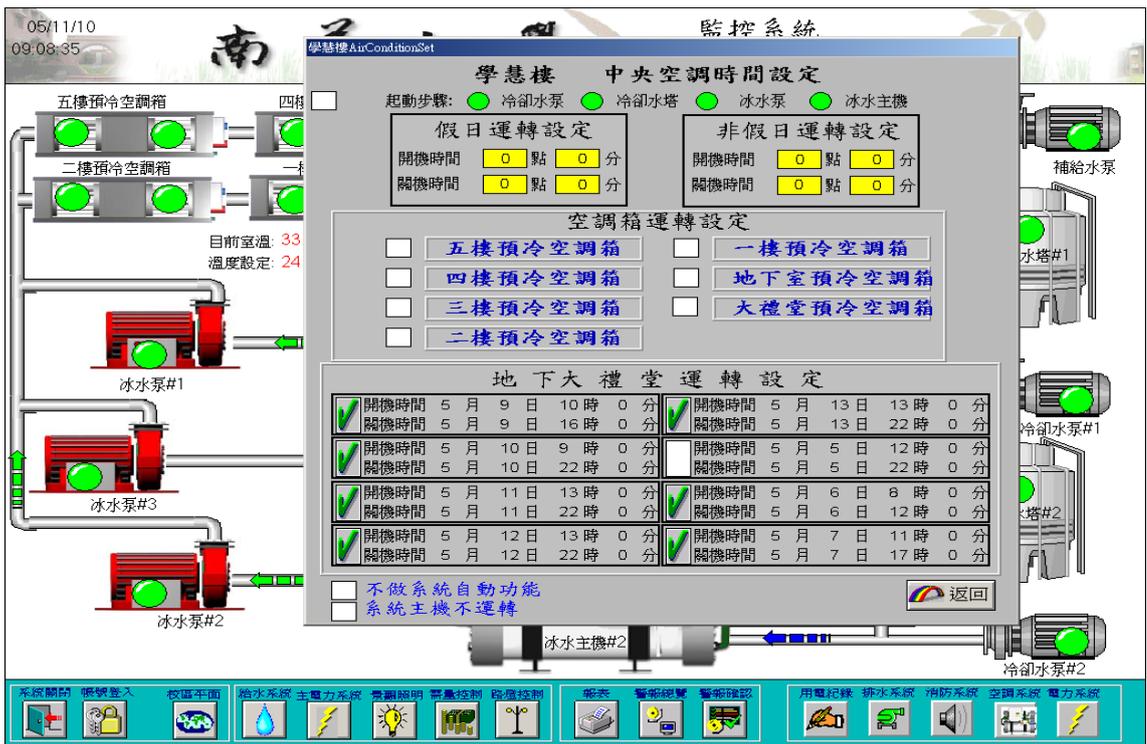


圖 21 控制系統依申請時間開啟系統

### 3.4.2 小型空調系統

小型空調系統設備規格描述：未使用中央空調之空間（辦公室、教室、教授研究室、宿舍區寢室）裝置小型空調系統（窗型、分離式）提供較舒適之環境，計有 1238 台（如圖 22 所示）。

#### 1. 實際調查運作情形

- (1) 依據空間使用狀況由使用者自行開關系統。
- (2) 使用結束離開空間時經常未關系統需由管理人員關閉。
- (3) 系統裝置量龐大用電負擔重。
- (4) 使用者溫度設定過低。

#### 2. 觀察實行之節能減碳作為：

- (1) 操作人員考量機器設備已裝設如逕行更換高效率設備考量經費龐大及回收時程長等因素，所以運用溫度開關、電源管理方式節能。
- (2) 依據課程狀況定時關閉電源避免空間無人系統運轉。
- (3) 於回風口裝置 25°C 壓縮機管制運轉控制器避免溫度設定過低。
- (4) 依據契約容量狀況暫停運轉避免超契罰款。



圖 22 教學大樓小型空調系統安裝情形

### 3.4.3 行政及教學大樓照明系統

#### 一、 照明系統組數如表 6

表 6 照明系統組數

	走廊燈	挑高區	其他(廁所)	道路
成均館	74組20W*40型電子 式安定器			
學慧樓	395組20W*4T-BAR 型電子式安定器	70組複金 屬燈		
學海堂	318組20W*40型電 子式安定器			
合計	787組	70組	349組20W*40型電子 式安定器式電燈	58400W 水銀燈

## 二、運轉情況

### 1. 實際調查運作情形：(詳圖 23-37)

(1) 操作人員考量運用人力巡查關閉電源效益不足，運用控制設備管理並進行燈具減量開啟可達成效。

(2) 控制方式：採用三路開關由使用者自行開啟與關閉。

(3) 使用狀況：建築物開關位置複雜使用者經常找不到開關位置。

開啟時機乎全開，使用過後並不會關閉。晚間警衛定期巡查關閉，效果不彰。

(4) 主要道路路燈經使用者反應照度不足且耗電量大。

(5) 圖書館書庫區開關位置複雜使用者經常找不到開關位置。開啟

時機乎全開，使用過後並不會關閉。需由館員定期巡查關閉。

公共空間照明燈光無人使用時經常亮燈經宣導及加派人力尋查，效果亦有限。

### 2. 實行之節能減碳作為：

(1) 運用自然光線白天依日照狀況開啟走廊燈照明。晚上依使用狀況開啟走廊燈照明。

(2) 依據日照狀況切換日夜模式運作。

(3) 特殊活動可由系統手動開啟減少管理人力。

(4) 主要道路路燈更換為複金屬燈具。

(5) 圖書館書庫區設置監控系統調整燈具位置，開關置於書架兩旁  
開啟後一定時間後（由館員於系統設定）自動關閉。

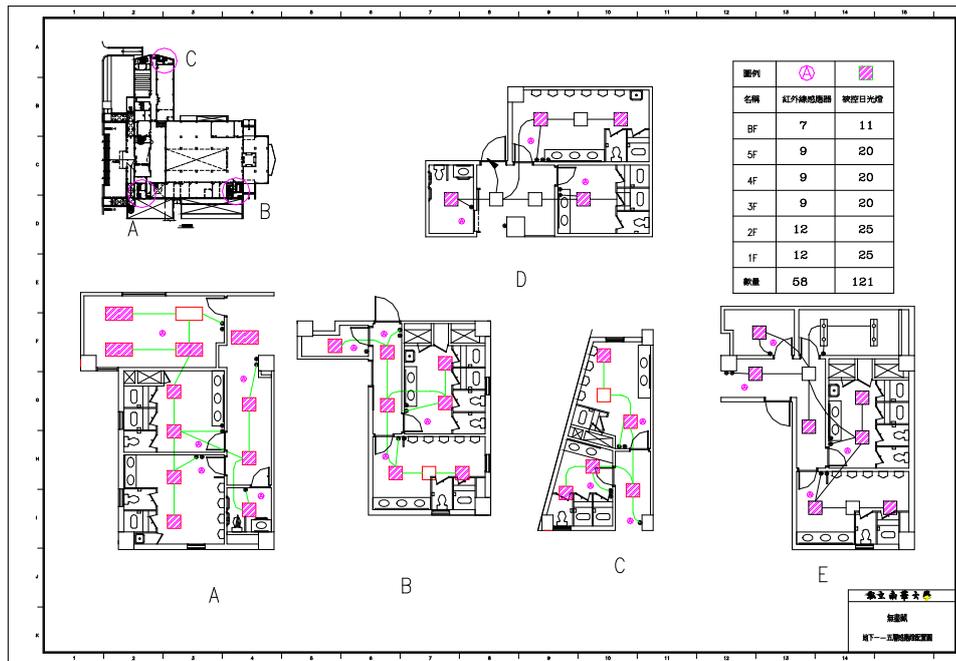


圖 23 圖書館自動點滅器安裝位置圖

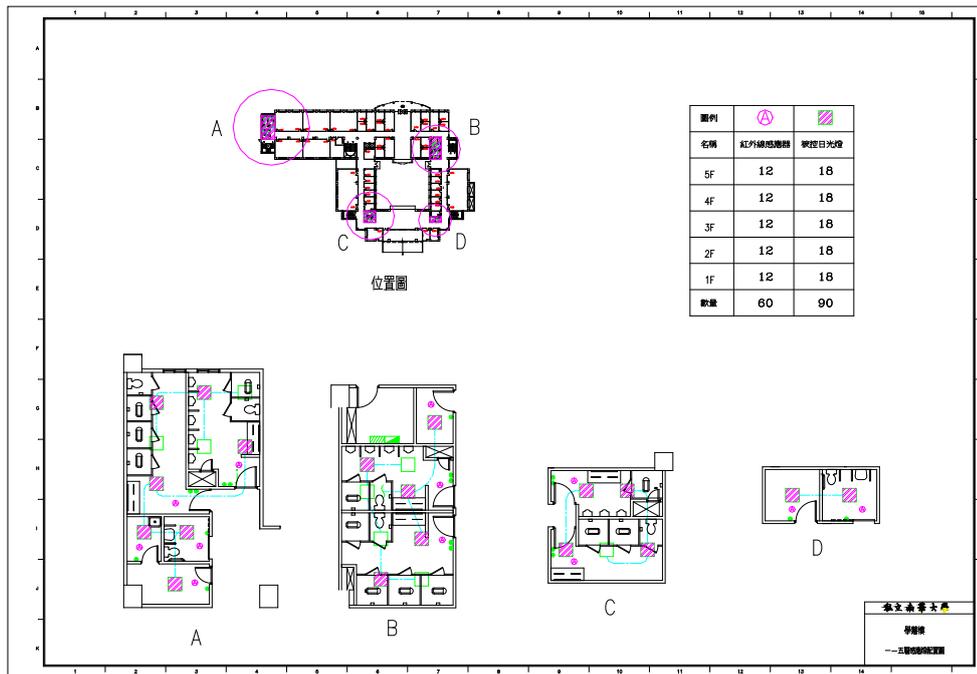


圖 24 教學大樓自動點滅器安裝位置圖

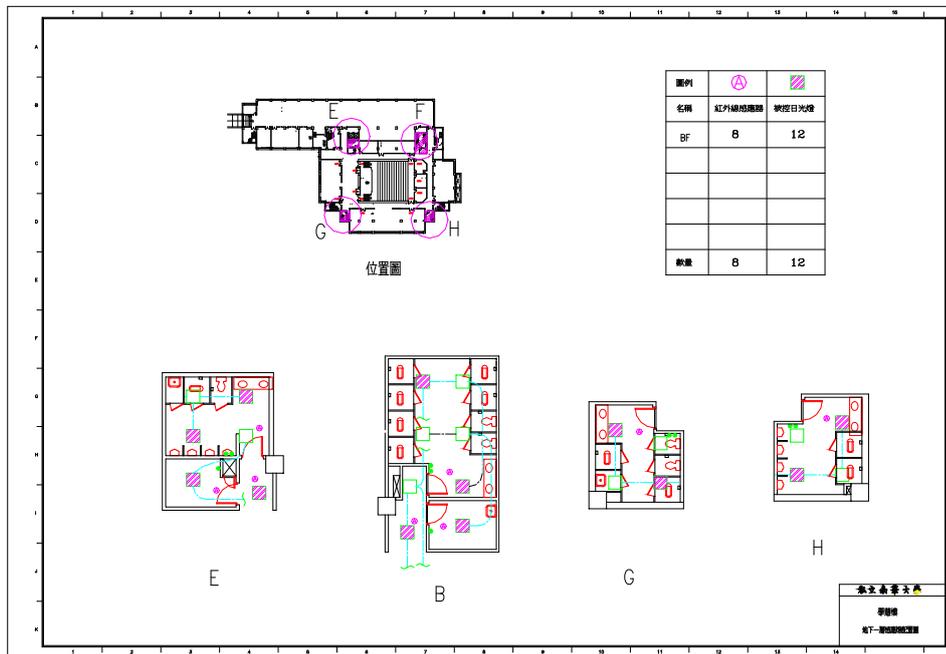


圖 25 圖書館自動點滅器安裝位置

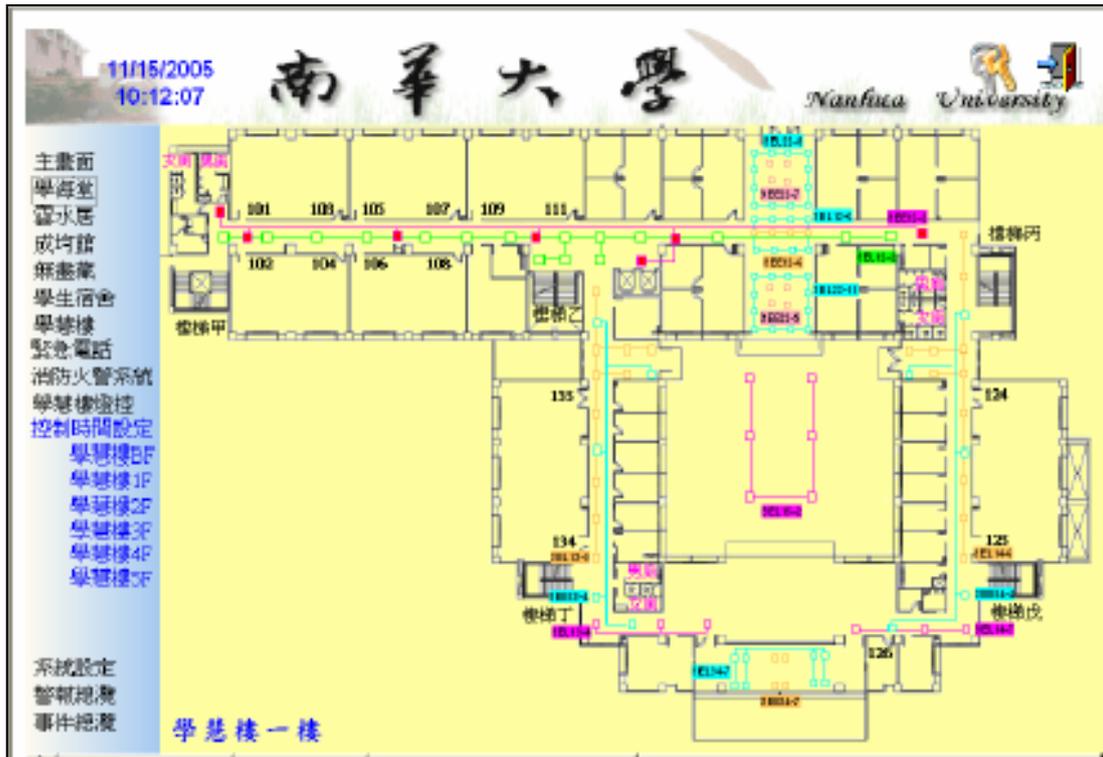


圖 26 學慧樓白天點燈狀況系統圖



圖 27 學慧樓白天現場點燈狀況

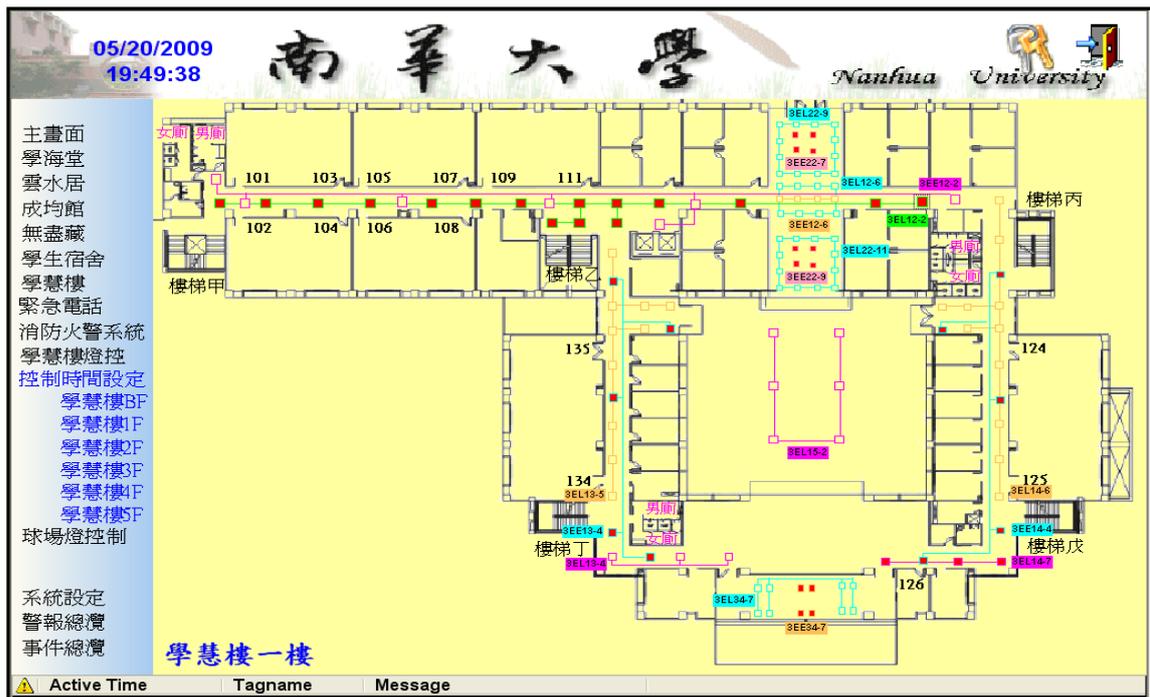


圖 28 學慧樓晚上點燈狀況系統圖



圖 29 學慧樓晚上現場點燈狀況 1



圖 30 學慧樓晚上現場點燈狀況 2

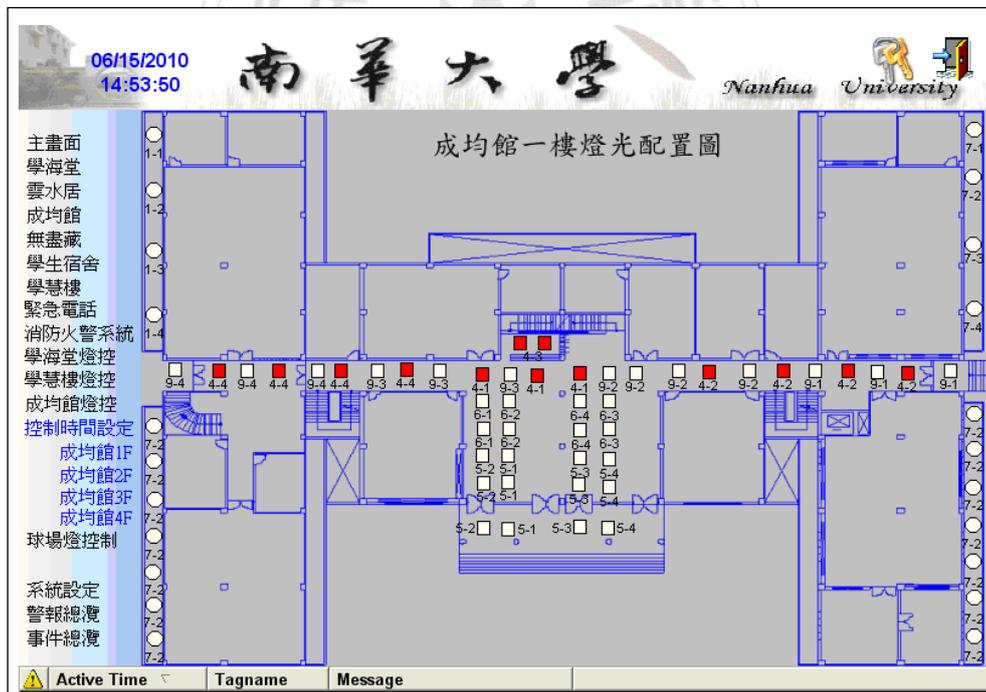


圖 31 成均館白天點燈狀況系統圖



圖 32 成均館白天現場點燈狀況

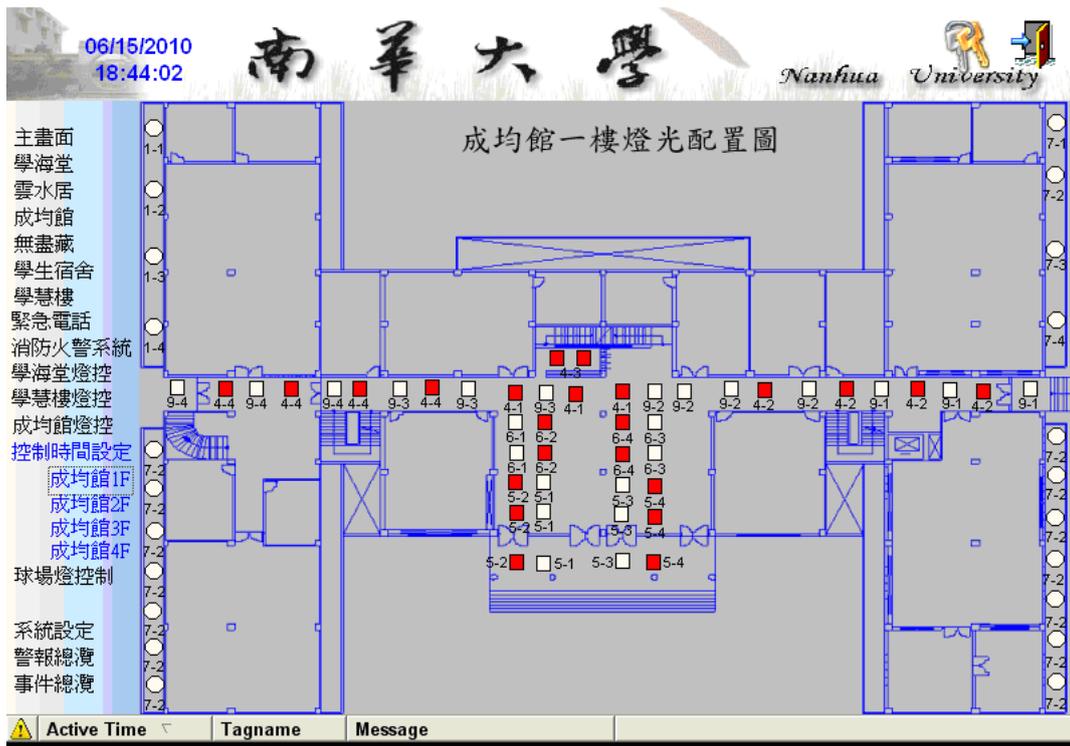


圖 33 成均館晚上點燈狀況系統圖



圖 34 成均館晚上現場點燈狀況

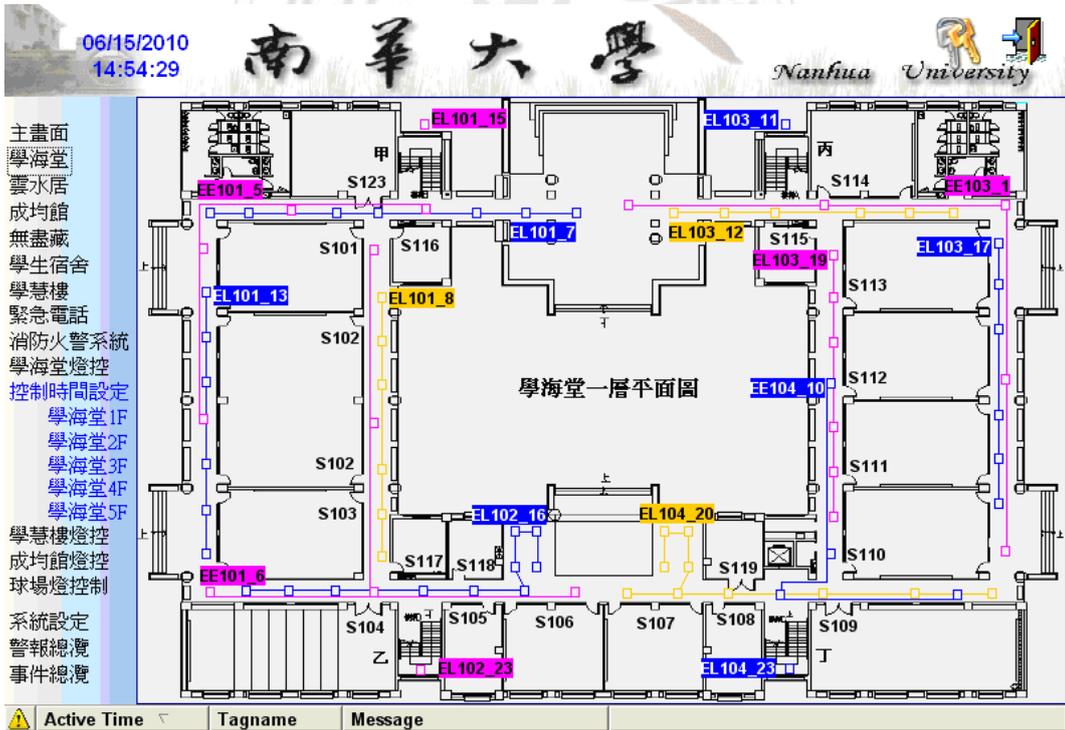


圖 35 學海堂白天點燈狀況系統圖



圖 36 學海堂白天現場點燈狀況

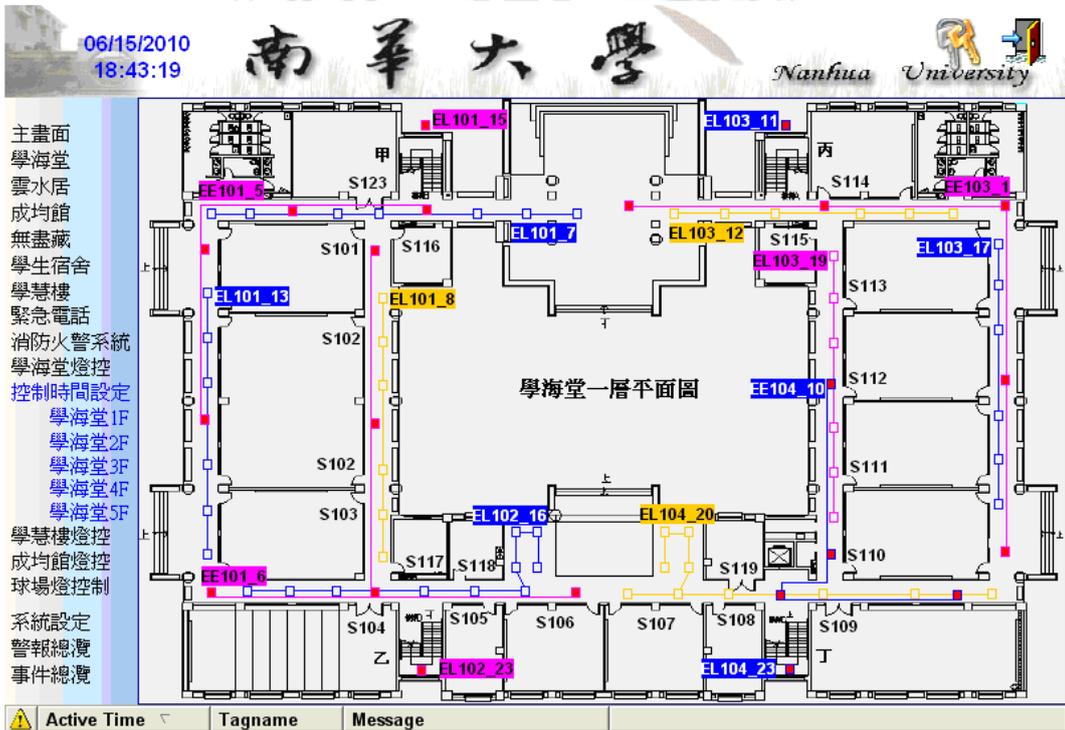


圖 37 學海堂晚上點燈狀況系統圖



圖 38 學海堂晚上現場點燈狀況

#### 3.4.4 學生宿舍運用太陽能加熱作為洗澡熱水

學生宿舍住宿人數：文會樓 328 人；麗澤樓 316 人。

相關設備：燃油鍋爐 3 台；回水循環馬達 2 台；熱水加壓馬達 2 套；  
保溫桶 3 只。（詳圖 39-44）

##### 1. 實際調查運作情形：

- (1) 熱水供應時間 17:00 - 01:00。
- (2) 使用保溫桶預先儲存熱水以供應學生集中大量洗澡之需。
- (3) 使用燃料為燃料油。

##### 2. 觀察實行之節能減碳作為：

- (1) 設置太陽能熱水系統連結既有供水系統減少燃料油之使用。

(2) 建立控制系統收集用水、用油、室外溫度、保溫桶溫度作為操作依據。

(3) 運用資料分析宣導學生節約。



圖 39 文會樓太陽能熱水器



圖 40 麗澤樓太陽能熱水器



圖 41 太陽能熱水器集熱保溫桶



圖 42 太陽能熱水器控制箱體

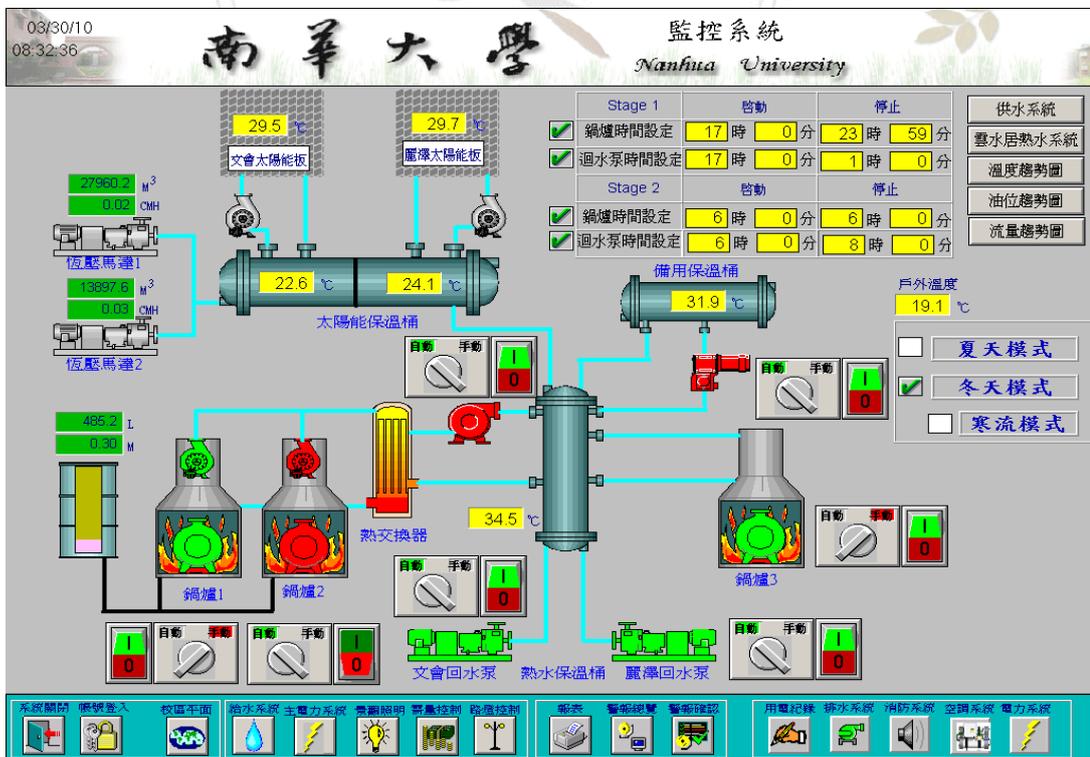


圖 43 太陽能熱水器控制畫面

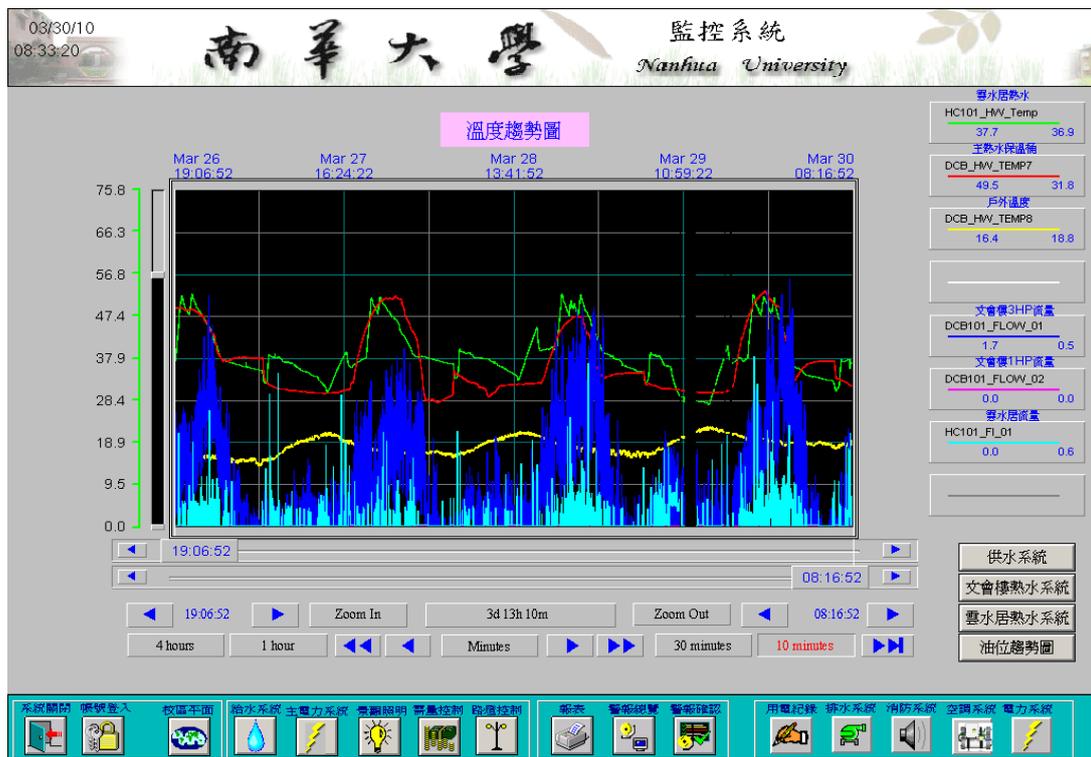


圖 44 熱水器資料分析畫面

## 第四章 效益分析

依據申報能源局資料及 ISO 50001 能源管理系統盤查，空調占總用電約 60%-65%，照明設備其次。(經濟部能源局 2016)

為充分的發揮能源效益、落實負載調控來提高負載率，運用中央監控系統(高坤育，2005)、更換高效率照明設備及裝置自動感應設備以解決因校區大，照明點減管理困難的問題。

使用太陽能作為熱水加熱能源可兼具「節能」與「省錢」與「減碳」之目的(黃重魁，2002)。可用太陽能加熱系統，替熱水鍋爐做前置加熱，可減少熱水鍋爐加熱時間。

## 4.1 圖書館空調系統控制

### 4.1.1 系統狀況

冰水主機 230KW\*2 台

冰水泵浦 30KW\*2 (1 台備用)

冷卻水泵浦 30KW\*2 (1 台備用)

冷卻水塔扇熱馬達 (7.5KW\*2)\*2



圖 45 改善預估計畫

表 7 ISO 50001 能源管理系統圖書館空調改善行動計畫

改善前現況說明										
圖書館大樓用電量約佔本校 1/4，夏季時空調使用量佔大多數，其中因機齡老舊效能不彰，壓縮機數量少及噸數龐大，造成運作時十分困擾及常造成炎熱時考量超過用電契約容量及舒適度無法兼顧、春秋時期空調壓縮機低負載耗能之狀況，100 年經濟部委託台灣綠色生產力中心實際檢測發現空調冰水主機運轉效益不彰，有非常大的改善空間。					改善前耗能量					
					電能 (KWH/年)	其他 (○○/年)				
					590580					
					改善後耗能量					
	電能 (KWH/年)	其他 (○○/年)								
	413406									
改善期程工作項目					實施期程 (預定開始日/完成日)					
請購作業					6/10	7/1				
圖書館地下室空調設備安裝及修改					7/1	9/1				
測試及驗收程序					9/2	9/10				
改善能源績效之方法										
<input checked="" type="checkbox"/> 更換設備 <input type="checkbox"/> 調整設備參數 <input type="checkbox"/> 管理方式改變 <input type="checkbox"/> 其他_____										
改善後節能計算方式與驗證方式之說明										
於改善前設置改善範圍設備獨立電表，作為改善前後節能計算與驗證之方法。										
節能潛力評估										
投資成本	省電效益		省熱效益		回收年限	減碳效益	節能率			
	萬元	電能 (KWH/年)	費用 (萬元/年)	熱能 (KLOE/年)				費用 (萬元/年)	(年)	(ton-CO2/年)
600	177174	54.9			10.9	89.04	59			

表 8 ISO 50001 能源管理系統圖書館空調改善成果報告

改善後狀況說明		
<p>本行動計畫於改善前針對本改善系統設置獨立多功能電表，收集改善前資訊與改善後使用之狀況。館內溫度每日由使用單位不定時進行空間溫度量測。因改善後運作時間有限所以依據「重大能源使用設備評估表」進行年改善後效益預估。</p> <p>改善後館內溫度下降約 1℃，可有效降低約 100kw 需量及提供讀者更舒適之環境顯示能符合需求，系統採用高效率冰水主機、泵浦並依監控系統收集相關資料進行二次冰水系統及冷卻風扇變頻控制及系統自動化控制流程，達到能源管理目的。相關能耗數據如右表。</p>	改善前耗能量	
	電能 (kWh/年)	其他(〇〇/年)
	590580	
	改善後耗能量	
	電能 (kWh/年)	其他(〇〇/年)
	301005	
	改善後節能效益	
	省電(kWh/年)	省〇〇 (〇〇/年)
	289575	
	本年度完工後認列節能量(104/年)	次年度完工後認列節能量(105/年)
	96525	289575
	省費(萬元/年)	投資成本(萬元)
	89.7	590
	回收年限(年)	減碳(ton-CO <sub>2</sub> /年)
	6.5	150.86
節能率(%)		
49.9		

## 4.2 學慧樓空調系統控制

### 4.2.1 系統狀況

表 9 學慧樓冰水主機設備台數

設備	台數
冰水主機 90KW	2 台
冰水泵浦 19KW	2 (1 台備用)
冷卻水泵浦 19KW	2 (1 台備用)
冷卻水塔扇熱馬達 7.5KW	2 台

#### 4.2.2 系統負載計算

系統負載消耗功率 (90KW\*2 台) + (19 KW \*2 台) + (19 KW \*2 台)  
+ (7.5 KW \*2 台) =271KW

#### 4.2.3 系統改善前後狀況

表 10 學慧樓空調系統控制效益表

改善前每年 使用度	改善後每年 使用度	每年節省	每年減少 CO2e 排放量	節能比例
102,375KWH (度)	51,187.5KWH (度)	51,187.5KWH (度)	32,555 公斤	50%

### 4.3 小型空調系統控制

#### 4.3.1 系統狀況

表 11 全校小型空調系統狀況

樓 館	窗型	分離式含 (隱蔽式)	箱型(4RT ~10RT)	kw	kcal/hr	合計(台)
成均館	7	103	26	492.848	1,089,260	136
文會樓	0	101	1	191.57	517,000	102
圖書館	0	32	3	116.362	273,190	35
雲水居	143	0	1	208.54	475,450	144
學海堂	219	14	0	391.436	887,900	233
麗澤樓	68	47	0	136.593	350,510	115
學慧樓	239	154	1	543.681	1,361,630	394
小木屋	0	67	0	160.121	363,710	67
工藝教室	0	10	2	73.01	177,400	12
總計	676	528	34	2,314.161	5,496,050	1,238

#### 4.3.2 系統改善後狀況

回風口加裝 25°C 溫度控制器於回風口溫度低於設定溫度時立即啟動限制壓縮機運轉。裝置前後室內溫度差約 2-3 度。

每年節省  $2,095\text{KW} \times 10\% \times 1,125\text{H}^1 = 235,678\text{KWH}$  (度)，

每年減  $235,678 \times 0.785^2 = 145,230.7$  公斤  $\text{CO}_{2e}$  排放量。

表 12 空調系統控制效益表

每年節省	每年減少 $\text{CO}_{2e}$ 排放量	節能比例
235,678KWH (度)	145,230.7 公斤	每提高 1°C 8-10% <sup>3</sup>

資料顯示每提高空調系統每提高 1°C 可節省 8-10% 之節能空間。

<sup>1</sup>經濟部能源委員會資料教室、研究室、辦公室空調每年使用 1,125 小時。

<sup>2</sup>104 年經濟部能源局資料每度電排放 0.785 公斤  $\text{CO}_{2e}$  排放量。

## 4.4 學慧樓、學海堂、宿舍區走廊燈更換省電燈具

### 4.4.1 更換走廊燈系統

表 13 燈具更換後效益表

節能改善項目	節能改善建物與用途	改善前/後 年用電量/用能量預估	年節能量 (換算同單位)	節能率 (%)
		改善前(A)/改善後(B)	(C=A-B)	(C/A)
照明系統改善	圖書館、 成均館、 文會樓、 麗澤樓及 學海堂走 廊	改善前： 225,198.3(kWh) 改善後： 48,956.1(kWh)	176,242.2(kWh) 節省排碳量 93,055.9KgCO2 (176242.2*0.528)	78.2%

#### 4.4.2 宿舍區更換熱泵系統

表 14 更換熱水系統效益表

節能改善項目	節能改善建物與用途	改善前/後 年用電量/用能量預估	年節能量 (換算同單位)	節能率 (%)
		改善前(A)/改善後(B)	(C=A-B)	(C/A)
提昇學生宿舍熱水效益增設熱泵主機 20RT *1	學生宿舍	改善前：用柴油量 43863 公升(排碳量 114,307kgco <sub>2</sub> ) 用電量 23,108 度(排碳量 12,201.02kg co <sub>2</sub> ) 改善後：用柴油量 19631 公升 (排碳量 51,158.39kg co <sub>2</sub> ) 用電量 44,964 度 (23,740.99kgco <sub>2</sub> )	24232 公升 +21,865 度 節省排碳量 51,608.62KgCO <sub>2</sub>	40.7%

<sup>1</sup>經濟部能源委員會資料走道照明每年使用 1,600 小時。

<sup>1</sup>經濟部能源委員會資料室外照明每年使用 3,650 小時。

<sup>1</sup>經濟部能源委員會資料走道照明每年使用 200 天。

<sup>1</sup>經濟部能源委員會資料走道照明每年使用 200 天。

<sup>1</sup>經濟部能源委員會資料室外照明每年使用 3,650 小時。

<sup>1</sup>104 年經濟部能源局資料每度電排放 0.785 公斤 CO<sub>2</sub>e 排放量

## 4.5 主要道路路燈更換為複金屬燈具

### 4.5.1 改善前後狀況

#### 一、改善前

$$58 \text{ 盞} * 400 = 23,200\text{W}$$

$$\text{用電量 } 23,200\text{W} * 3,650\text{H} / 1000 = 84,680\text{KWH}$$

#### 二、改善後

$$58 \text{ 盞} * 240 = 13,920\text{W}$$

$$\text{減少 } 23,200 - 13,920 = 9,820\text{W}$$

$$\text{用電量 } 13,920\text{W} * 3,650\text{H} / 1,000 = 50,808\text{KWH}$$

節能比例 40% ((改善前-改善後)/改善前\*100)，每年節省

84,680-50,808=33,872KWH (度)，每年減少 33,872\*0.785<sup>5</sup>=19,942 公斤

CO<sub>2e</sub>排放量。

表 15 路燈更換為複金屬燈效益表

改善前每年 使用度	改善後每年 使用度	每年節省	每年減少 CO <sub>2e</sub> 排放量	節能比例
84,680KWH (度)	50,808KWH (度)	33,872KWH (度)	19,942 公斤	40%

<sup>4</sup>經濟部能源委員會資料室外照明每年使用 3,650 小時。

<sup>5</sup>104 年經濟部能源局資料每度電排放 0.785 公斤 CO<sub>2e</sub> 排放量。

#### 4.5.2 全校用電比較

一、103年度 2、7、8月為寒暑假期間，學生離校，用電驟減，

可配合103平均溫度，溫度越高，用電量越高。

表 16 103 年用電度數

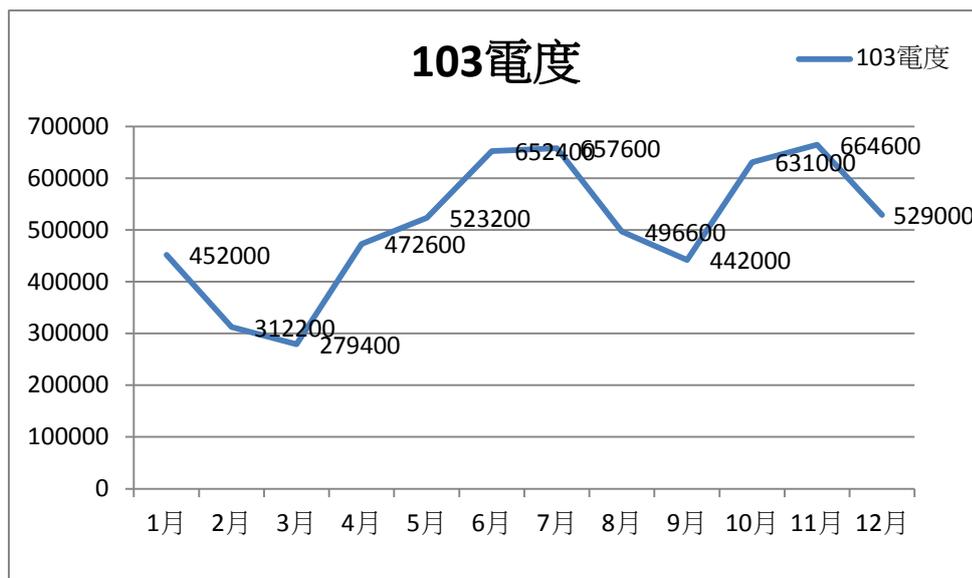
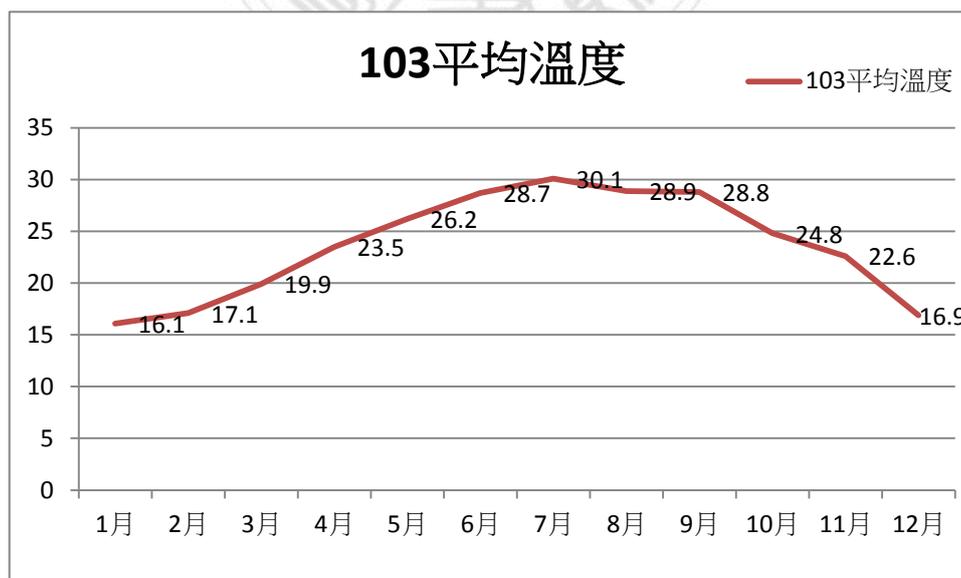


表 17 103 年平均溫度



二、104年度2、7、8月為寒暑假期間，學生離校，用電驟減，可配合104平均溫度，溫度越高，用電量越高。

表 18 104 年用電度數

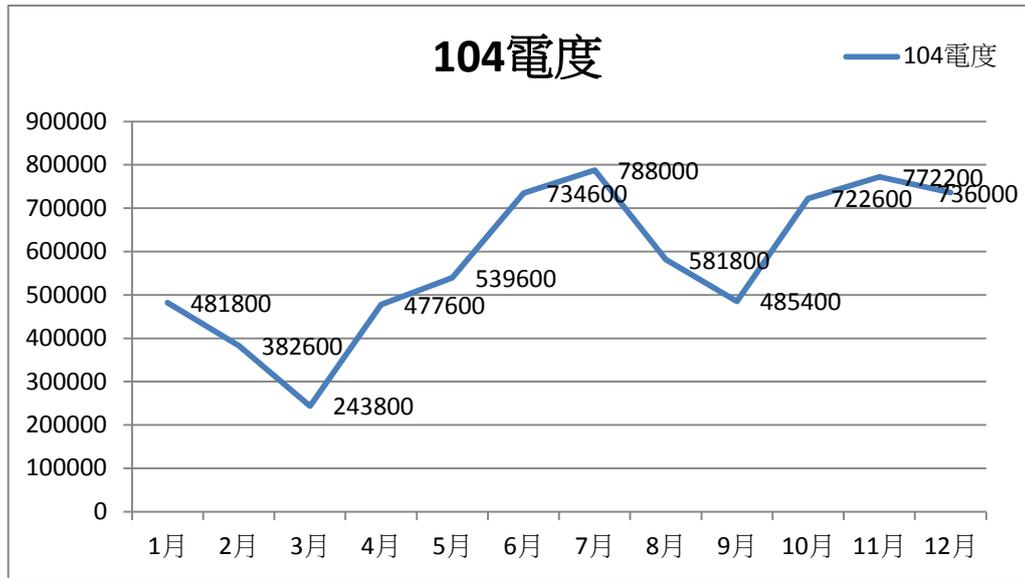
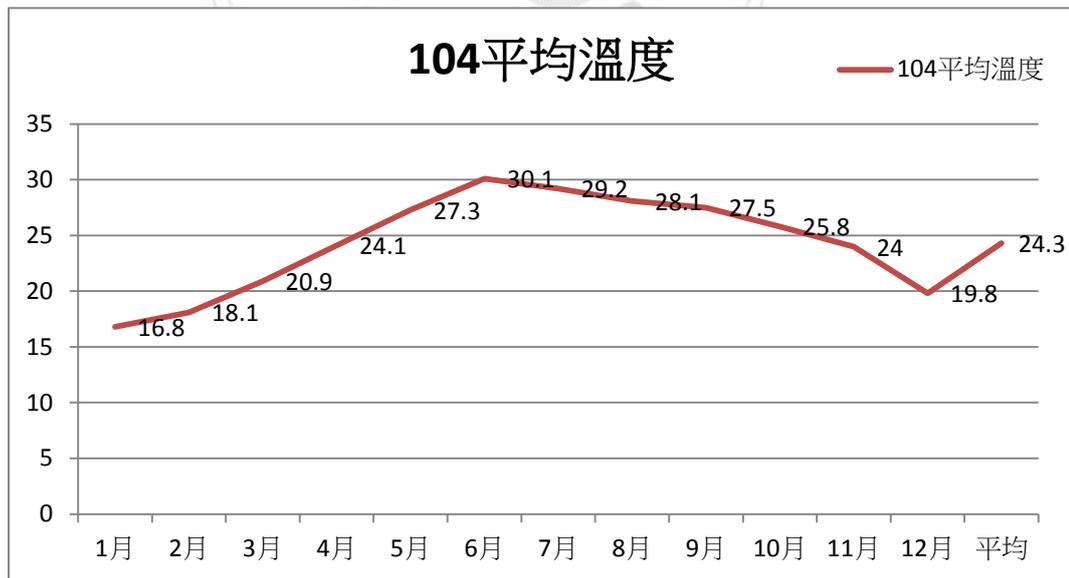


表 19 104 年平均溫度



103、104年度用電增加為學生宿舍啟用，及校內興建工程，用電增加。

表 20 103、104 年用電度數比較

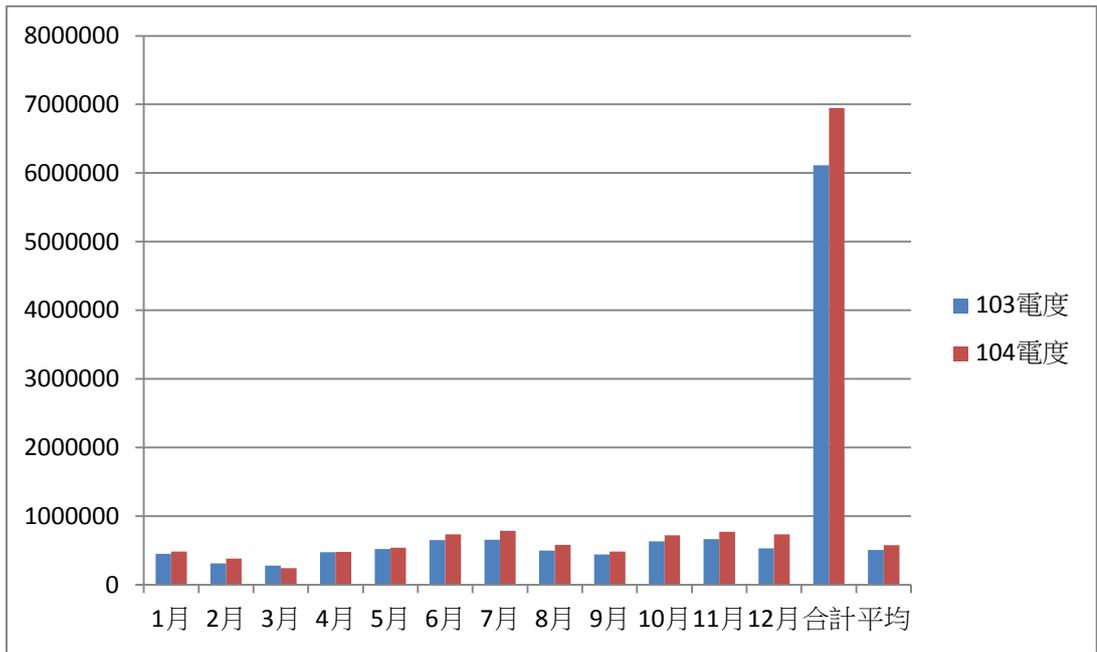
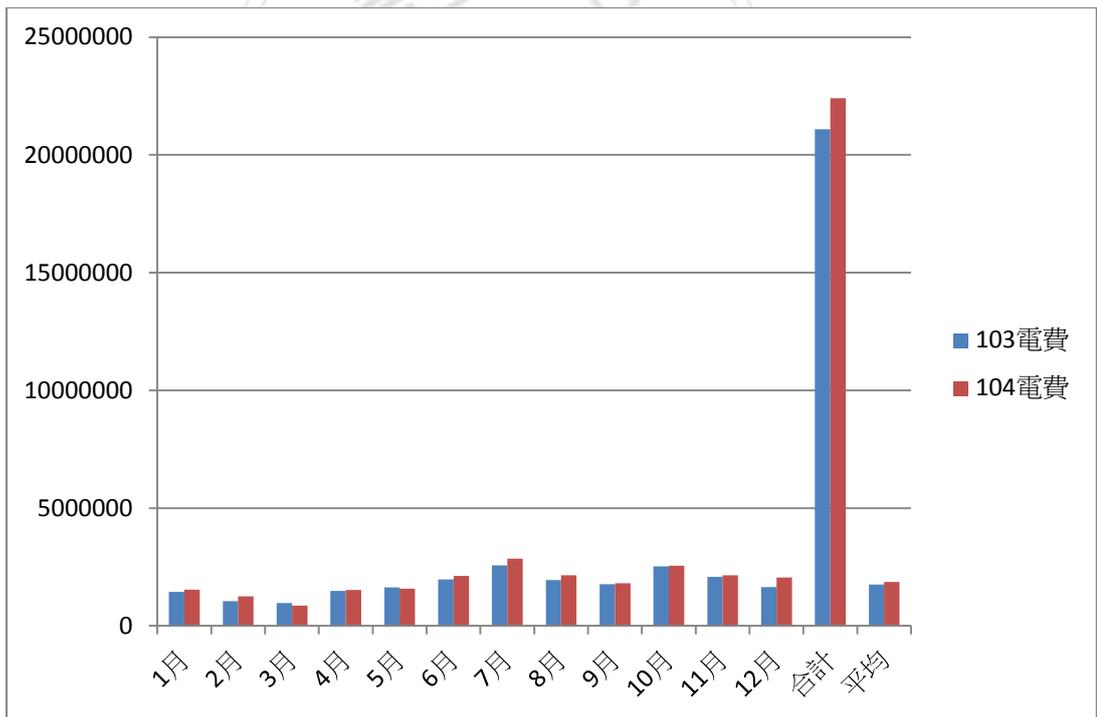


表 21 103、104 年電費比較



## 第五章 結論與建議

### 5.1 結論

本研究旨在探究大學校園藉由運用文獻探討智慧減碳之方法並藉由個案分析及 ISO 50001 能源管理系統減量成效。經由上述方法，本文初步可獲得下列幾點結論：

#### 1. 持續使用中央監控系統，做及時控制及資料庫建置。

- (1) 大學校園校區幅員廣大、建築物多、用電類型與行為差異大。建立能源資源監控系統收集、紀錄、分析各項耗能資料與管理使用行為能發揮其功效。如能將資料運用平台公佈更能發揮教育之功能。
- (2) 燈具類可更換為更省電且照明效率高的燈具，以降低用電量，提高照明。
- (3) 舊有鍋爐設備，可用效率高雙效熱泵去做替代，併入學校就有太陽能熱水系統，提供學生宿舍熱水，亦能提供冷氣送入需要的空間，除可提供較乾淨無污染之熱源外亦可獲得良好經濟成效。
- (4) 空調系統中，冰水機組的能耗是最大的，可依據負荷型態設計最佳化之台數控制，運用中央監控系統落實負載調控來提高負載率。
- (5) 研究個案歷年用電分析小型空調系統實施壓縮機溫度控管具有減緩需量成長、降低用電量亦有良好成效
- (6) 除了針對系統進行節能改善外，其最基本之節能之道還是必須靠使用者從日常生活中小細節做起如隨手關掉不必要之照明設備，不浪費水資源，離開空間要將運轉中之冷氣設備關掉等等作為。

#### 2. 運用 ISO 50001 能源管理系統

為了持續管理校園的能源與資源使用，監控和報告其成效，必須建

立和維持一種自我評估或稽核的程序。ISO 50001 能源管理系統亦可提供自我稽核的程序，並可利用建立的基線，並可利用其 P、D、C、A 循環的方式，漸漸去改善校園內耗能設備，並建置一套管控系統，搭配中央控制系統及雲端資料處理系統，作系統性管理，減少能源部必要之浪費，力求達到智慧化節能減碳之目的。

3. 尋求新的再生能源，因南華大學地處台灣南邊，可利用太陽能發電來替代部分學校用電，亦可節約用電，也可為地球盡一份心力。

## 5.2 建議

從加強管控能源系統為最佳的智慧化節能減碳的方式，在建立管控機制及條件下，往往會因教師及學生的使用習慣會遭受到責難，除加強其教育宣導，並讓全校師生明瞭全球暖化問題，並宣達節能減碳的重要性，持續推動校園之節能減碳相關資訊網站，於網站中建置電力資訊查詢，並包含有「永續及環保」、「減碳作為及成效」、「二氧化碳使用排放查詢」、「校園綠化」等相關資訊，供查詢使用，以落實節能共識。

且建置智慧化系統、太陽能發電均需挹注大量經費，在少子化的現在，要學校再投入經費去作改善，實礙難執行，且學校經費籌措不易，僅能以現有設備去作改善，而非新建置。或以 ESPC 方式由投資方先建置，再以分期付款方式作償還。實需政府大力支持，才能更有效益的去做改善。

### 5.3 後續研究與建議

藉此研究與分析，希望對於改善智慧低碳校園能不在卻不，然而，本案也只是個案參考並不能作為完整的案例，希望能藉由此案例分析能有更多案例參與分析檢討，藉此能有更多更精確的數值共分析探討，作為學校的參考準則。



## 參考文獻

### 中文文獻：

- 王振如(2002)。大專院校生態環境基礎研究—用電耗能、綠化與保水，國立成功大學建築研究所碩士論文。
- 吳衍嘉(2005)。大型圖書館建築之空調節能改善分析與全尺度實驗印證，國立中山大學機械與機電工程研究所碩士論文。
- 沈秉錡、蔡尤溪、李魁鵬(2004)。以 BACnet 通訊協定建立建築群能源監測之研究，光冷凍空調與能源科技雜誌雙月刊，27，60-70。
- 林憲德(2000)。建築耗能調查分類與住宅類耗能調查之研究，台北：內政部建築研究所。
- 洪炳煌(2004)。學校省能用電最佳規劃，中原大學電機工程學系研究所碩士論文。
- 高坤育(2005)。辦公建築中央監控設施之調查研究，國立成功大學建築研究所碩士論文。
- 張金淑(2006)。永續校園的推動與展望，學校行政雙月刊，44，66-84。
- 陳瑞玲、黃漢泉(2000)。旅館類建築耗能總量調查之研究，台北：內政部建築研究所。
- 陳錦賜(1999)。建築節約能源綜合指標研究，台北：內政部建築研究所。
- 黃重魁(2002)。家用太陽能熱水器用後評估之研究，國立成功大學建築研究所碩士論文。
- 黃楓婷(2008)。綠建築 節能、省錢、愛地球—全球綠色建築意識覺醒，光電產業與技術情報雙月刊，73，7-8。
- 黃漢泉(2000)。辦公類建築耗能總量調查之研究，台北：內政部建築研究所。
- 經濟部能源局(2006)。政府機關學校耗能指標指導手冊，台北：行政院經濟部能源局。

雷志文(2001)。台中市國民中小學學校電力消費量之研究，逢甲大學建築及都市計畫碩士論文。

王同甲(2011)。計有建築智慧化獎補助措施下之智慧化效益評估，文化大學環境設計學院建築及都市設計研究所碩士論文。

許伯嘉(2015)。智慧建築各級成本差異之比較-以桃園某社區建案為例，國立臺北科技大學建築與都市設計研究所碩士論文。

陳俊源(2009)智慧建築分級評估系統之研究，文化大學建築及都市計畫研究所碩士論文。

陳世炎(2012)。ISO 50001能源管理系統建置機制研究。國立中央大學環境工程研究所碩士論文。

林家佑(2013)。溫室氣體減量績效查證差異探討-以電信業辦公大樓為例。國立中興大學環境工程研究所碩士論文。

鍾宜璋(2010)。大學校園溫室氣體盤查與減量之研究-以南華大學為例。南華大學環境管理研究所碩士論文。

綠基會通訊第36期(2014) [https://www.tgpf.org.tw/main6-1\\_detail.asp?id=74](https://www.tgpf.org.tw/main6-1_detail.asp?id=74)



## 英文文獻：

- Andrew, D. (2000). *Green Political Thought*. London: Routledge.
- Chandra, S. D. & Oyama, T. (2009). Evaluating the emission reduction targets in UNFCCC Kyoto Protocol by applying primary energy data analyses. *Journal of Asian Public Policy*, 2(1), 36-56.
- IPCC (1998). Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change, N.Y. :United Nations.
- IPCC (2001). *Climate Change 2001*. Synthesis Report, Geneva: IPCC.
- IPCC (2003). *Good Practice Guidance for Land Use, Land Use Change and Forestry*.
- IPCC (2007). *Climate Change 2007*. Synthesis Report, Geneva: IPCC.
- IPCC (1996). *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*.
- IPCC (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan.
- Joos, F., Gerber, S., Prentice, I. C., Otto-Bliesner, B. L., and Valdes, P. J. (2004). Transient simulations of Holocene atmospheric carbon dioxide and terrestrial carbon since the Last Glacial Maximum. *Global Biogeochemical Cycles*, 18, GB2002.
- Levermore, G. J. (2008). A review of the IPCC Assessment Report Four, Part 1: the IPCC process and greenhouse gas emission trends from buildings worldwide. *Building Services Engineering Research & Technology*, 29, 349-361.
- Mace, M. J. (2005). Funding for Adaptation to Climate Change: UNFCCC and GEF Developments since COP-7. *Review of European Community & International Environmental Law*, 14(3), 225-246.

- Ruddiman, W. F. (2003). The anthropogenic greenhouse era began thousands of years ago. *Climatic Change*, 61, 261-293.
- Ruddiman, W. F. (2005). How did humans first alter global climate? *Scientific American*, 292, 46-53.
- Ryan, L. F., Perlwitz, J., Andrew, J. M., David, H. B., Julie, M. J., & Gareth, J. M.(2009). Historical SAM Variability. Part II: Twentieth-Century Variability and Trends from Reconstructions, Observations, and the IPCC AR4 Models. *Journal of Climate*, 22, 5326-5365.
- Schiermeier, Quirin & Bryon Mac Williams (2004). Climate change : Crunch time for Kyoto, *Nature*, 431, 12-13.
- Schipper, E. & Lisa, F. (2006).Conceptual History of Adaptation in the UNFCCC Process. *Review of European Community & International Environmental Law*, 15(1), 82-92.
- UNFCCC (1998). *The Kyoto Protocol to the Convention on Climate Change*.
- UNFCCC (UNFCCC) (2005). *Decision CMP.1 Further Guidance Relating to the Clean Development Mechanism*.
- WRI & WBCSD (2005). *The GFG Protocol for Project Accounting*, Washington, DC: WRI/WBCSD.
- Zhongfa M. (2010). The Effectiveness of the Kyoto Protocol and Consummating the Legal Institution for International Technology Transfer. *Asian Social Science*, 6(4), 19-30
- Why business should go green in the latest ISO focus magazine.(2014,july09).europe,Switzerland:ISO(International Organization for Standardization).Retrieved Augusy 12,2014,form the World Wide Wed:[http://www.iso.org/iso/home/news\\_index/new\\_archive/news.htm?refid=ref1871](http://www.iso.org/iso/home/news_index/new_archive/news.htm?refid=ref1871)

## 網站資料：

台灣因應氣候變化綱要公約能源策略網站

[http://www.erl.itri.org.tw/energy\\_policy](http://www.erl.itri.org.tw/energy_policy)

經濟部能源局 <http://web3.moeaboe.gov.tw/ECW/populace/home/Home.aspx>

台灣電力公司 <http://www.taipower.com.tw/>

服務業節能服務網

[http://www.ecct.org.tw/Knowledge/knowledge\\_more?id=9ed0f6296d834ab9948fd514f9123d4c&AspxAutoDetectCookieSupport=1](http://www.ecct.org.tw/Knowledge/knowledge_more?id=9ed0f6296d834ab9948fd514f9123d4c&AspxAutoDetectCookieSupport=1)

教育部校園節能減碳資訊平台 <http://co2.ftis.org.tw/>

中央氣象局 <http://www.cwb.gov.tw/V7/index.htm>

聯合國氣候變化綱要公約資訊網 <http://sd.erl.itri.org.tw/fcc/>

台灣綠色生產力基金會 <https://www.tgpf.org.tw/>