

2014中華民國營建工程學會第十二屆營建產業 永續發展研討會

既有建築物照明節能診斷模式之研究

陳慶銘 (Qing-Ming Chen) 中國科技大學 建築系所 講師	楊國盛 (Guo-Sheng Yang) 國立台北科技大學建 築與都市設計研究所 研究生	周鼎金 (Ding-chin Chou) 國立台北科技大學 建築與都市設計研究 所、建築系 教授	方尚得 (Shang- De Fang) 財團法人台灣服務基 金會 專案經理
---	--	---	--

摘要

既有建築耗能中，照明耗能是一個主要項目，因此，藉由高效率之燈具，取代傳統燈具，藉以達到建築節能是一個值得研究的課題。本研究，首先藉由文獻回顧，探討建築照明之相關議題，其次，建立一個既有建築照明節能診斷模式，並以某學校之三棟建築物，實際模擬，結果顯示，藉由模擬提出之改善方案，LED燈具的節能效果最佳，可以有效的降低耗能，達到節能的目標，可供學界及業界，爾後進行照明節能規劃時之參考。

關鍵詞： 能源消耗、照明

A study of lighting-energy saving diagnosis model

Abstract

Energy consumption in existing buildings, lighting energy consumption is a major factor. Therefore, with high efficiency lamps, replacing traditional lighting to achieve building energy efficiency is a subject worthy of study.

In this study, the first by a literature review to explore the issues related to architectural lighting. Secondly, the establishment of an existing building lighting-energy saving diagnostic model was simulated to three buildings in a particular school actually

The results show that proposed by improving simulation program, the best energy-saving effect of LED lamps, can effectively reduce energy consumption and save energy. It can also be a reference to carry out the lighting energy planning for academics and industry later.

【Keyword】 Energy consumption、Lighting

一、前言

住宅建築及商業用電，佔台灣地區總用電量之百分之三十，依經濟部能源局統計，照明用電約佔建築物總用電量之百分之二十六，而台灣自產能源十分缺乏，大多仰賴國外進口，降低用電量，是政府與民間均高度重視的議題，以國內目前建築物照明設備使用情形及用電量之高，仍有非常大的節約能源空間，內政部建築研究所自 1997 年起積極推動綠建築概念，綠建築的九大節能指標當中，照明節能即日常節能的重要項目之一。故本研究將探討建築物節能之診斷模式，期望作為既有建築物，更換照明設備時的設計規劃參考。

二、文獻回顧

既有建築的照明節能，有越來越受重視的趨勢，藉由改善照明設備，可增加既有建築物的價值，不同的照明型式，將增加建築物與環境的互動[1]。節能認知的推廣與探討，形成環境永續發展之重要影響因素，居家住宅節能效益與環境永續性發展具有密不可分的關聯性[2]。照明環境應設計適當，讓使用者有充足的照度來源，良好的照明環境設計，應以使環境有足夠的照度為首要條件[3]。不同光源的耗電量與發光效率均不相同，對於照明節能的影響甚大[4]。如何節約能源，可由各系統著手，從系統設計上詳加分析檢討，並選擇符合經濟部能源局節能標準的設備，抑或更省能的設施，再以最有利節能的方著手管控，當可達到節約能源之效[5]。在掌握造成用電浪費的特性及原因後，尋求節能方法包括更換照明設備，淘汰舊型燈具[6]。

建築物之耗能，以空調、動力、照明為三大結構，對於日常節能效率的改善，以改善照明系統最為簡易[7]。建築照明節能，一些可取代傳統光源的新興綠色光源已被提出及應用，LED 憑藉在環境和成本效益面向的優勢，以傳統燈具作為基礎，替換光源，使 LED 照明產品大量出現在市面上[8]。以 LED 燈具汰換舊有燈具為現今之趨勢，探討 LED 燈具應用，使燈具可因應空間需求及節能方式，自行搭配數量以滿足各種空間搭配需求[9]。

三、既有建築物照明節能診斷模式

本研究探討之既有建築物照明節能診斷模式(如下圖)，首先對現況之既有照明設備用電度數及費用加以統計，其次，提出 A、B 二種節能方案，並計算其個別的節能效益，針對現況、方案 A、方案 B 進行比較，選擇節能效果最佳之方案，最後，對既有燈具進行實地測試，建立節能基線，做為日後執行改善後的效益比較基礎。

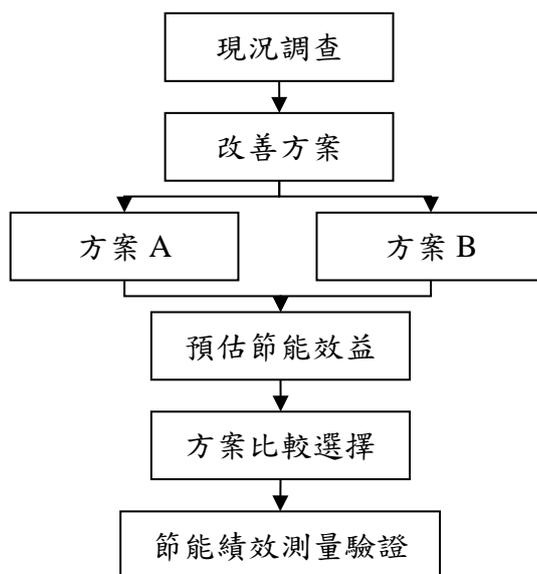


圖1 流程圖

四、 案例分析

4.1 案例現況調查

本研究案例為某學校的三棟校舍照明用電情形，根據案例電費單顯示，101 年全年用電度數為 21,004,000kWh、總電費 56,296,210 元。根據照明電表，照明用電度數為 1,986,479Wh、累計電費 5,324,283 元，照明用電佔總用電的 9.46%。

照明燈具設備現況，大多採用傳統 T8 日光燈具，燈具型式包括輕鋼架、工事型(懸吊固定)燈具，各館統計的 T8 總燈具為 3172 盞，燈具數量表 1 所示。

表 1 現況燈具總數量

燈具型式	教室	教室 辦公室	實驗室 /研究室	行政 辦公室	總計
輕鋼架 T8(3x38W)	143	-	231	82	456
輕鋼架 T8(4x18W)	82	16	74	141	313
工作型(懸吊固定)T8(2x38W)	228	460	975	64	1727
輕鋼架 T8(4x38W)	646			30	676
總計	1099	476	1280	317	3172

表 2 1-3 館燈具量測

1 館	項目	燈具型式	改善數量 (盞)	抽樣數量 (盞)	抽樣比例%	平均每盞耗電 (W)
	1	輕鋼架T8 (3 x 38W)	61	16	26.2%	131.542
	2	輕鋼架T8 (4 x 18W)	67	22	32.8%	110.2
	3	工事型(懸吊固定) T8 (2 x 38W)	290	16	5.5%	76.625
	4	輕鋼架 T8 (4 x38W)	363	45	12.4%	166.96

2 館	項目	燈具型式	數量(盞)	抽樣數量 (盞)	抽樣比例%	平均每盞耗電 (W)
	1	輕鋼架T8 (3 x 38W)	68	15	22.1%	125.92
	2	輕鋼架T8 (4 x 18W)	58	16	27.6%	81.314
	3	工事型(懸吊固定) T8 (2 x 38W)	731	83	11.4%	88.66
	4	輕鋼架 T8 (4 x38W)	266	35	13.2%	151.384

3 館	項目	燈具型式	數量(盞)	抽樣數量 (盞)	抽樣比例%	平均每盞耗電 (W)
	1	輕鋼架T8 (3 x 38W)	327	24	7.3%	130.529
	2	輕鋼架T8 (4 x 18W)	188	25	13.3%	80.634
	3	工事型(懸吊固定) T8 (2 x 38W)	706	53	7.5%	84.65

4.2 改善措施

先期診斷評估將針對 T5 燈具(A 方案)及 LED 燈具(B 方案)二種方案進行改善前後的效益評估。改善前後燈具的型式規格如表 3 所示。

表 3 改善前後燈具型式規格

現況 燈具型式	方案 A T5 燈具	方案 B LED 燈具
輕鋼架 T8 (3 x 38W)	輕鋼架 T5 (3 x 28W)	輕鋼架 LED (40W)
輕鋼架/吸頂 T8(4 x 18W)	輕鋼架 T5 (4 x 14W)	輕鋼架 LED (40W)
工事型 T8 (懸吊固定) (2 x 38W)	工事型 T5 (懸吊固定) (2 x 28W)	LED 支架燈 (40W)

4.3 評估節能效益

執行照明燈具的改善評估前，已先進行照明耗電量測，故改善前的燈具耗電量將以各館實測的數據進行評估。

區域使用包括教室、實驗室、研究室及走廊公共區域等。參照教務處提供之課表使用時間，及各區域使用情況，其各區域點燈時間如表 4 所示。

由於走廊及公共區域照明會自動關閉，以及有部分區域的點燈時間短，故本案將以實驗室/研究室為主要的改善評估範圍。

表 4 各區域點燈時間

使用區域	點燈時間
教室	1,300 小時/年
實驗室/研究室	2,480 小時/年
一般辦公室	1,280 小時/年
教師研究辦公室	960 小時/年
走廊	720 小時/年

某學校的三棟校舍照明使用燈具，改善前分別為輕鋼架 T8(4x18W)、輕鋼架 T8(3x38W)及工作型(懸吊固定)T8(2x38W)總共耗能為 357,141(kWh)；採 T5 改善後總共耗能為 246,424(kWh)；採用 LED 改善後總共耗電量為 152,933(kWh)，因此將改善前作為基準值，採用 T5 改善後總共可省下 110,717(kWh)，採用 LED 改善後總共可省下 205,208 (kWh)。詳表 5 所示。

表 5 改善前後耗能統計

改善前燈具型式	年度耗能統計(kWh)		
	改善前	採 T5 改善後	採 LED 改善後
輕鋼架 T8(4x18W)	28,685	19,399	13,001
輕鋼架 T8(3x38W)	86,732	58,545	26,612
工作型(懸吊固定)T8(2x38W)	241,724	168,480	112,320
總計	357,141	246,424	151,933

4.4 方案比較

照明燈具的改善將以二種方案進行評估，實驗室/研究室改善前後耗能統計。汰換為 T5 照明燈具，年度節省 110,717kWh；汰換為 LED 照明燈具，年度節省 205,208kWh；電價以 2.78 元/kWh 計算，汰換為 T5 燈具年度節省電費 307,793 元，汰換為 LED 燈具年度節省電費 570,478 元。詳表 6 所示。比較現況與方案 A 及方案 B，從年度耗能及節能量來看，以方案 B 較優。

表 6 方案 A 與方案 B 比較表

燈具型式	年度耗能(kWh)	節能量(kWh)	節省電費
現況(T8 燈具)	357,141	(基準)	(基準)
方案 A(T5 燈具)	246,424	110,717	307,793
方案 B(LED 燈具)	151,933	205,208	570,478

4.5 節能績效率測驗基線建立

目前的燈具型式共有五種，本次進行燈具的基線建立將依據目前各館的燈具總數量及型式進行耗能的量測。照明燈具採 IPMVP 方案 A，採取短暫量測方式，燈具的記錄為 15 分鐘，每分鐘擷取一筆資料，並計算其平均值。

燈具耗能測量如表 7 所示。其各型式燈具的抽樣比例 >5%，日後在進行改善前之年度節能量計算只需乘上約定時數，即可計算年度的耗電量，並計算改善前後燈具節能率。量測結果進行燈具改善前量測，其發現到 1 館二樓 1205 及 1205A，燈具規格為 18W*4 盞所量測到的功率因素為 0.49，由於功率因素低會造成無效功率增加，故可先將此區域進行燈具改善。

建物點燈時間的區劃可分為教室、實驗室、研究室、走廊及行政單位等。由於走廊公共區域照明燈具可自行關閉，故年點燈時間低於教室、實驗室、研究室等區域，在進行燈具汰換時，可優先更換點燈時間高的使用區域。

五、 結論與建議

既有建築耗能中，照明耗能是一個主要項目，節能效果最明顯的照明節能，是藉由高效率之燈具，取代傳統燈具，本研究建立一個既有建築照明節能診斷模式，並以某學校之三棟建築物，實際模擬，結果顯示，證明方案 B 之 LED 燈具的節能效果，明顯優於 T5 及既有照明設備，若將燈具全面換為 LED 燈，每年將可節約用電 180,10kWh，節省電費 501,065 元，LED 燈的技術，發展至今已相當成熟，價格也已經大幅降低，且具有高度環保及使用壽命長的特性，可以有效的降低耗能，達到節能的目標，然而，照明節能不僅於燈具節能效果的考量，設計規劃時，建議需綜合考量照度是否足夠、自然光是否可以增加使用、更換設備的成本、維護保養的費用等，本研究可供學界及業界，爾後進行照明節能規劃及研究之參考。

參考文獻

- [1] Khosrowshahi, F., & Rad, H. N. (1998, July). Visualisation of Impact of time on the internal lighting of a building. In *Information Visualization, 1998. Proceedings. 1998 IEEE Conference on* (pp. 286-291). IEEE.

- [2] JUI-CHE,T., KENG-YU L., and CHUAN-YING H. (2008). Green Energy-Savings in Lighting Facilities in an Intelligent House. *Journal of Humanities and Social Sciences*, 4(2), 39-60.
- [3] 陳鼎周(2011)，學校電腦教室照明環境之研究，中華民國建築學會第二十三屆第一次建築研究成果發表會論文集
- [4] 周伯承、楊東政、陳證翔(2011)，利用配光曲線儀探討不同燈源之特性比較---以市售 LED 燈與鹵素燈為研究對象，台灣建築學會第二十三屆第二次建築研究成果發表會論文集
- [5] Te-Hsien W.,(2006),[The Evaluation Methods of Energy saving For The Hospital Equipments](#)，台北科技大學碩士論文
- [6] 陳棟燦、郭傑凱(2014)，降低大學院校研究生室之用電---以雲林科技大學工程五館為例，物業管理學報 2014 年秋季號
- [7] 黃世昌、葉武宗(2006)，大專院校舊有建築物耗能之研究---以綠建築日常節能指標評估改善照明系統節能效率
- [8] 劉安平、張力元(2011)，辦公室空間 T-bar 方型 LED 燈具照度均期性之研究，中華民國建築學會第二十三屆第一次建築研究成果發表會論文集
- [9] 周澤亞、周鼎金(2010)，TRIZ 導入 LED 燈具設計之研究---以 T Bar 燈為例，中華民國建築學會第二十二屆第一次建築研究成果發表會論文