

# 電腦輔助室內照明設計軟體之開發

王孟輝 陳鴻誠 吳柏彥 鄭德寅

國立勤益技術學院電機工程系

## 摘要

在學校環境中，教室是最主要的使用空間，而教學環境中又以視覺環境對學生的學習效果與視力健康影響最大，因此對於學校教室如何創造出合乎健康及學習效率的環境是相當重要的。傳統照明設計須經繁雜的計算步驟和查表，相當耗費時間；因此本研究將開發一套視窗版的室內照明設計軟體，使用者僅須依步驟輸入相關參數，電腦即可將照明系統之照度和燈具配置圖面等資料給使用者，本文中我們將以本校新建之國秀樓教室來進行軟體測試。

關鍵詞: 照明設計、輝度、眩光、電腦輔助設計。

## 一、簡介

近年來近視年齡層逐年降低，照明的的重要性更加不容忽視，照度低時，視力會減退且眼睛會疲勞；而照度高時，會有刺眼的反射面，此時看光面的書籍時，會與電燈所夾的角度反光，促使眼睛疲勞，進而視力減退[1]。良好的照明可提高學習能力，尤其是教室或辦公室，更應該避免照度不足及刺眼眩光所造成之傷害。根據統計顯示[2]，不良的照明環境將妨礙學生的視力健康，影響學習效果。現今學校的照明，雖然日、夜間部學校，皆以裝設日光燈做為照明的燈具，然對於光源輝度的高低，以及照度的大小等，都是一個不容忽視的問題。

在學校教室照明設計方面，教室燈具的不當配置，亦會造成室內照度不足及光線不均勻，使得學生閱讀時容易產生疲勞。另外，上課看黑板時也會有眩光產生，這些都是會影響學生視力健康的因素。以前人們對於照明的認識並不多，只知一味的增加照度，提高亮度，就是對眼睛最好的方法，豈知這樣反而會造成反效果；此外現有教室照明品質，部份欠缺整體性設計及評估。另一方面，傳統照明設計須經冗長的計算步驟和查詢相當多的表格，每當工程或照明燈具變更時，皆須重新設計計算。因此，有必要藉由電腦之計算能力，設計一套照明設計之輔助工具，以提供工程人員快速設計照明系統。

本文中將照明設計的工作交由電腦處理，首先就照明場所的用途，選擇適當的燈具，並依照使用者想規劃之配置方式，配合電腦輔助軟體事先進行設計，經由使用者輸入幾筆簡單的數據，藉由軟體評估其整體之照明品質是否合乎國家標準，即立即找出其適合配置方式，並給予適當之建議，以減少冗長的計算時間，及節省設計時間與金錢的浪費。同時本文所設計之軟體，亦可提供照明設計教學使用，以教導學生設計照明系統時，能依設定之步驟輸入所須數值，求得精確設計值及燈具配置圖面，不再因查表及計算等繁雜程序降低學習興趣。

## 二、室內照明設計之程序

### (一)、照明設計之步驟：

所謂照度就是單位面積所接受到的光束，照度大小與被照面積  $A$  成反比，而與接收到的總光束成正比。平均照度公式如下：

$$E = \frac{NFUM}{A} \quad (1)$$

其中：

$N$ ：代表燈具數。

$F$ ：為每一燈管所發出的光束。

$U$ ：為燈具照明率。

$M$ ：表燈具之維護率。

$A$ ：為面積。

如圖一為傳統照明設計之流程圖，首先我們須知道房間的長( $L$ )、寬( $W$ )來算出面積以及燈具至桌面的高度( $H$ )，並查我國之照明標準表得到欲設計之場所所須之照度[3]，並查一般用螢光管規格表得到燈具光束[4]，查照明器具之照明率表得維護係數，再從室內指數及反射率經由照明器具之照明率表查得照明率，最後經公式算出所須之燈具總數，並設計繪出燈具配置圖。

經由上述流程求出所需燈具  $N$  後，尚需考慮室內是否有樑柱、壁邊等實際狀況，以決定所需的真正燈數。而安裝後所測得之實際照度與燈具數之照度差異值應在  $\pm 10\%$  以內為宜。配置方式如圖二所示。選擇燈具時，應配合房間的長度( $L$ )，寬度( $W$ )，及作業面至光源之高度( $H$ )之相互關係。則室內指數(room index, 簡稱 RI)之計算如下：

$$RI = \frac{LW}{(L+W)H} \quad (2)$$

若天花板較低而地面長寬相對較大，則 RI 較大，其照明率亦較大。反之，則 RI 較小，其照明率亦較小。有關燈具之器具可區分為：特廣照型、廣照型、中照型、狹照型、特狹照型等五種，可配合室指數加以選用如表一。

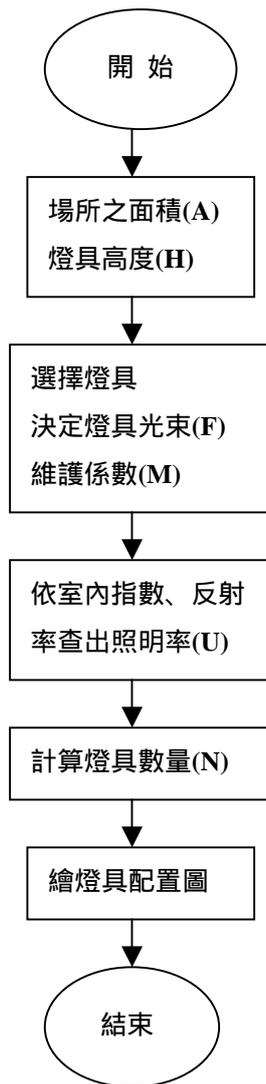
黑板的照明對學生及教師甚為重要，為避免黑板反射光及光源的直射光對學生眼睛的傷害，

表一室內指數之分級

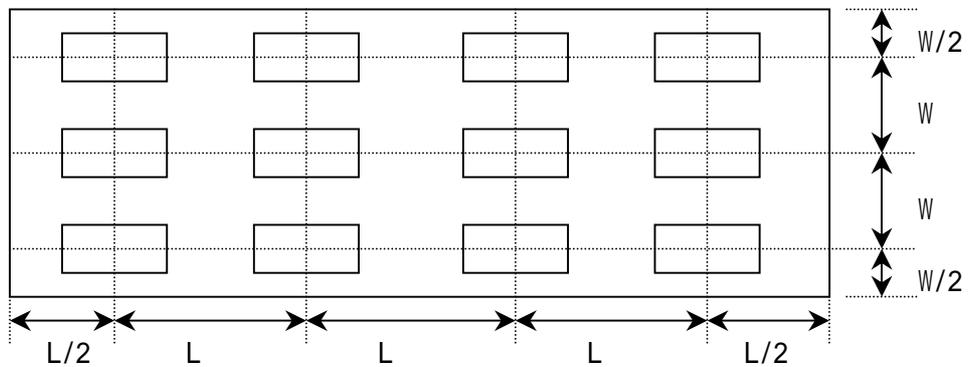
分級	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
室指數	5	4	3	2.5	2	1.5	1.25	1	0.8	0.6

A、B、C：房間面積寬廣，適合採用廣照型燈具。

H、I、J：房間狹又高，適合採用狹照型燈具，以使光束朝下照射工作面。

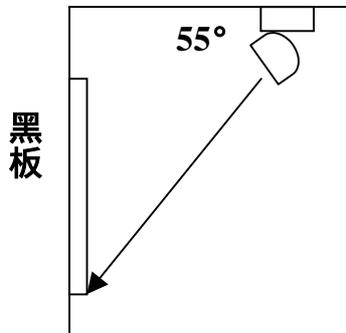


圖一 傳統照明設計流程圖



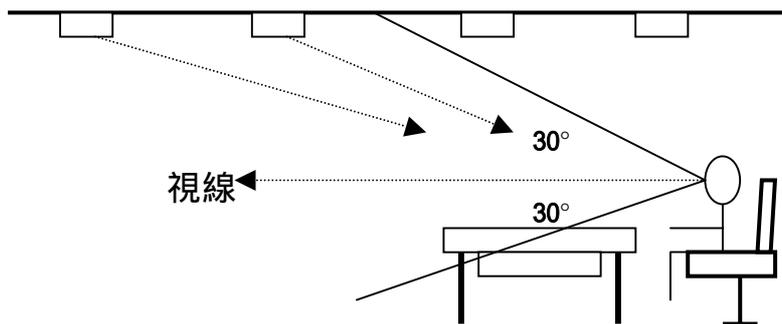
圖二 燈具配置圖

以及黑板燈對教師之刺眼及對講義產生反射眩光等不良現象，前排學生對於黑板上端之射線與高反射光區域間之仰角應在  $15^\circ$  範圍內，如此才能避免學生看到刺眼之高輝度反射光；且為使老師不至於看到刺眼之黑板燈，其仰角宜在  $45^\circ$  以上。黑板之照明需  $200\text{Lux}$ ，垂直面照  $100\text{Lux}$ ，如圖三所示。



圖三 黑板照明之角度

輝度的大小取決於光源的照度分布及周圍表面材料的反射率。雖然人的眼睛對各種物品之輝度差異具有調節適應的能力，但如果明暗對比太大時，會使視線不易集中，且必須不斷適應各處不同之輝度將導致眼睛疲勞。所謂眩光是由輝度較高之光源、燈具或窗戶等部位所造成，通常以視線為中心線，向上下左右各繪一條  $30^\circ$  線的範圍內如圖四。另外應遵守美國照明工程協會(IES)之輝度比推薦值如表二所示。而眩光的評估法有許多不同的技術和方法，目前較常用者是英國照明學會所提議的眩光指數法(BGI法)，作為評價眩光的程度。



圖四 眩光示意圖

表二 美國照明工程協會(IES)之輝度比推薦值

輝度比值推薦值		
	辦公室	工廠
1.作業對象物周圍鄰界面	3 : 1	3 : 1
2.作業對象物與隔間之牆面	5 : 1	10 : 1
3.照明燈具或窗戶與其附近平面之間		20 : 1
4.視界內之任意場所與場所之間		40 : 1

## (二)、教室照明設計範例

依照中華民國國家標準(CNS)[5]，教室課桌面照度基準需在 500 至 750Lux 之間，並以作業面距地板上 85 公分為準，坐姿時離地面 40 公分，而走廊與屋外以地面為高度計算照度。如屬聽力不良之學生所使用之教室，可將照度提高為標準之兩倍，其原因係因聽力不良之學生，須靠看別人口唇之動作來判斷別人所說之詞句，而教室照明以半直接與半間接之方式為宜。

### 範例：

設一長 18m、寬 12m 之房間，施以全般照明，天花板反射率為 0.75，牆壁反射率 0.5，天花板高度為 4m，光源至桌面高度為 2.8m，使用 40W 白色螢光燈兩支，每燈發光 2650Lm，燈具離牆 1.5m，燈與燈之間距離 3m，維護率為 0.7，試求燈具數。

### 步驟 1：求室內指數

$$\text{室內指數 } RI = \frac{18 \times 12}{(18 + 12) \times 2.8} = 2.571$$

經由查室內指數之分級表得室指數為 D 級

步驟 2：經由室指數、天花板及牆反射率，查照明器具之照明率表得照明率  $U=0.51$

步驟 3：由我國之照明標準表得知所須之照度為 220

步驟 4：總燈數  $N$  之計算

$$N = \frac{220 \times 216}{2650 \times 0.51 \times 0.7} = 50.22$$

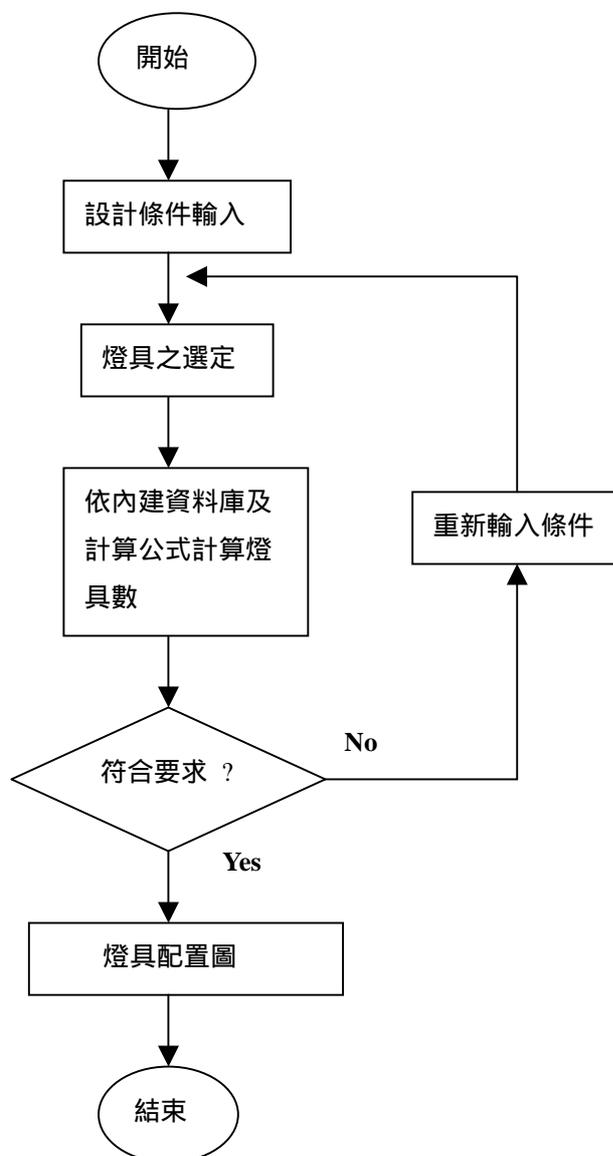
步驟 5：由題目知使用螢光燈兩支，所以採用燈具數=25

由以上設計範例可知，傳統照明設計方式須經過繁雜的步驟，經由公式、查表，並判斷符合之燈具。若手邊沒有圖表等資料，將無法算出正確之照度。在本文所開發之軟體中，我們只需輸入幾筆數值及使用者所要求之燈具型式，既不需要經過記公式及查表這些繁瑣的步驟，即可算出所需之照度或算出燈具數量。

### 三、室內照明電腦輔助設計軟體

#### (一)、軟體架構

依照國家標準，將照明品質要素：平均照度、眩光、單位面積照明及配光均勻度進行個別設計[6,7]，流程圖如圖五。首先我們進入程式後，輸入所須之設計條件房間的長( $L$ )、寬( $W$ )及燈具至桌面的高度( $H$ )，並選擇使用者所要求之燈具，依內建之資料庫及公式算出所須之燈具總數，此時程式會顯示此房間所需之照度，使用者可以了解自己所輸入的條件是否達到標準，若不符合規定(中華民國國家標準)之要求，會要求重新輸入條件；若符合要求，則繪出燈具配置圖。本軟體目前採用視窗版 Visual Basic 6.0 專業版軟體設計程式[8,9]，其主要的優點是它為一物件導向的設計，且我們可以使用任何編輯器來編輯 Visual Basic 程式，因它和 Excel、Access 及許多其它的 Windows 應用程式都使用相同的語言；另外也可以結合微軟發展的 ActiveX 技術，來進行 Internet 的相關處理，如此一來使我們使用 Visual Basic 更感覺遊刃有餘。



圖五 本文所開發之電腦輔助設計軟體流程圖

## (二)、軟體之操作

本軟體乃是為輔助照明設計者，在設計新建大樓之照明或改善照度時，能以更方便、快速、精確地求出照度。能依照使用者之要求，帶領使用者一步步完成各項輸入；並提供適當的協助，有效規劃，避免造成不必要的資源浪費，以達到理想的照明設計。本軟體淺顯易懂，讓初學者容易上手，只須遵照各項指示，便能駕輕就熟。首先進入軟體首頁，會先出現代表著勤益技術學院電機工程系的片頭畫面，我們可以選擇離開鈕離開本程式，或選擇進入來繼續執行下一步如圖六所示。進入程式選單後，可直接選擇進入程式來開始進行照明的設計；也可先選擇說明來了解程式的使用方法，使你能夠更得心應手，製作小組讓你知道設計者及版權所有如圖七所示。

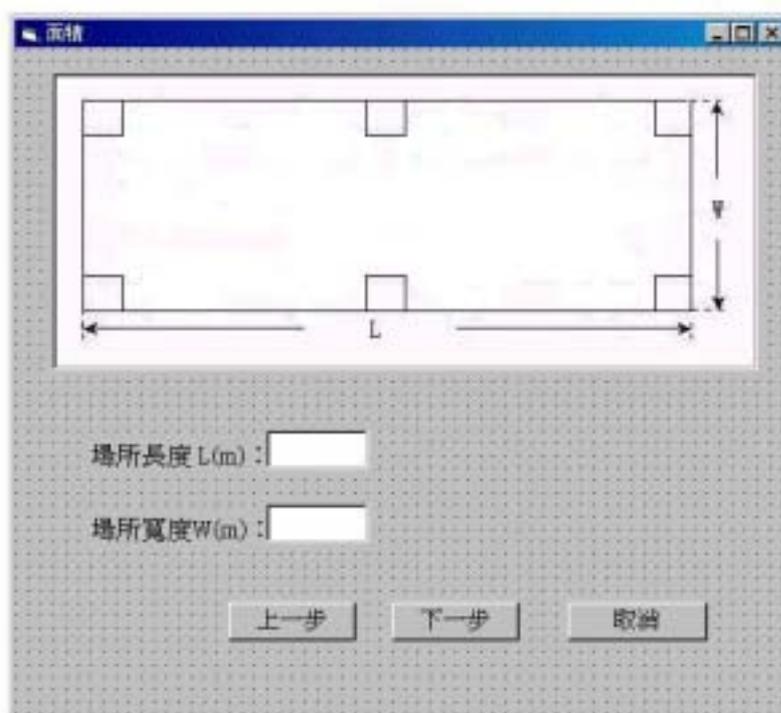
進入程式執行後將可看見如圖八一樣的方塊圖，此時請輸入你所要計算面積的長與寬，而下一步後則如圖九所示輸入燈具與桌面間高度，程式會自動將輸入的數據儲存起來[8,9]，以供稍後使用。當程式到了圖十時，就要由使用者自行選擇所需要的照明方式，此時我們也很貼心的將所有資料內建，使用者只需經由下拉式的方塊選擇最理想的型式即可。當輸入各項設計條件及要求後，程式將自動幫你規劃出最理想的照明設計。若不符合你的標準，亦可重新規劃以期達到最佳之照明。如圖十一所示，左側乃是設計者輸入的場所長度、寬度、高度，要求照度，所選擇燈具，採用之照明方式。經由電腦計算後，將計算結果顯示於右側，並告知設計者依光源之種類、燈具之污穢程度後，實際房間內的照度。最後圖十二，電腦將自動為你完成配置圖，不須使用者另外設計。



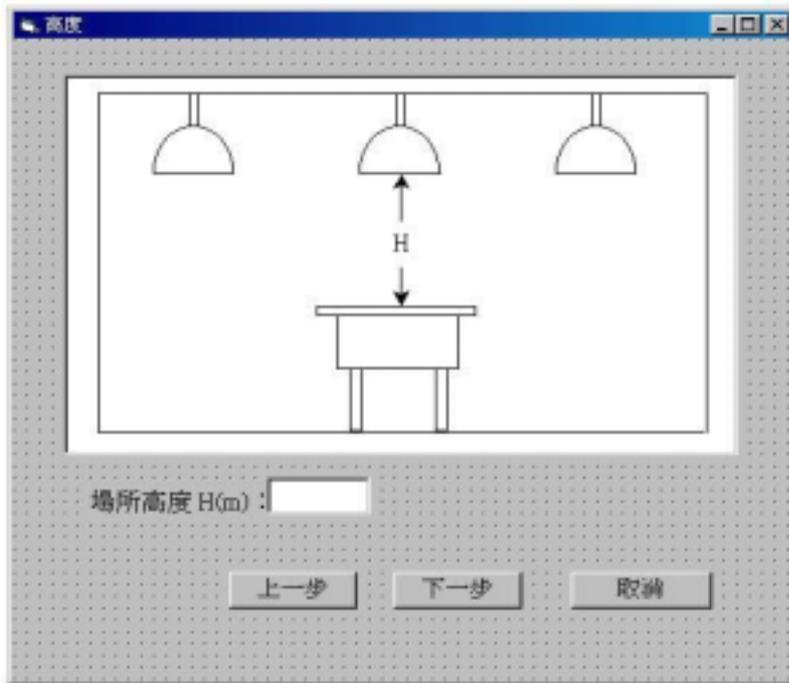
圖六 設計軟體之首頁



圖七 軟體選單



圖八 輸入空間參數



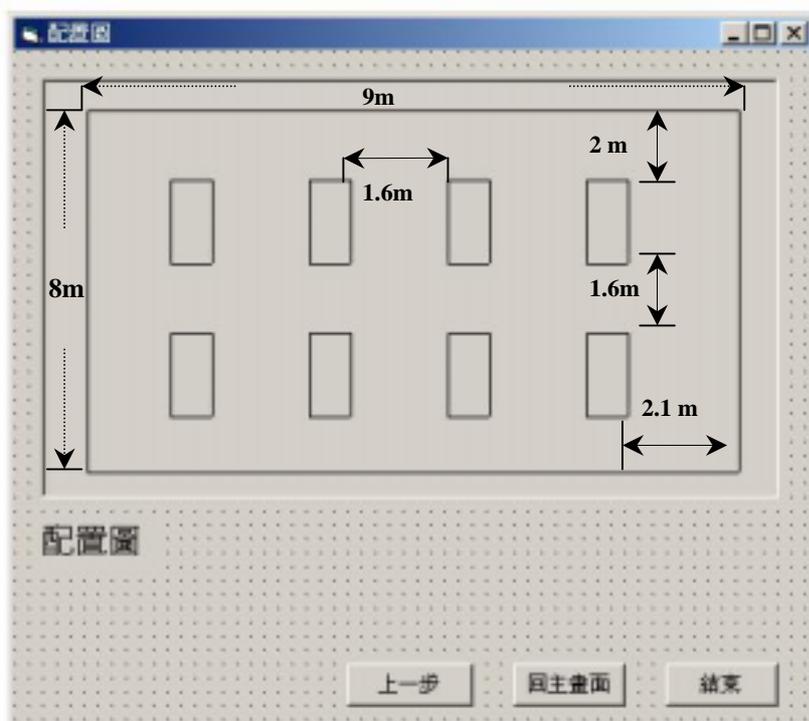
圖九 輸入燈具高度



圖十 照明方式之選擇



圖 十一 設計結果



圖十二 完成之燈具配置圖

(三)、電腦設計範例：

圖十三為本校國秀樓 513 教室，經電腦設計後之配置圖，表三為本校國秀樓實地測量與電腦計算相互比較之結果如表三所示，表中顯示 513 教室照明符合要求。另外經實地測試其他教室可知大部分教室之照度皆達規定標準，少部分則需再重新評估改善；照度太低時，視力會減退且眼睛會疲勞；而照度太高時，會有刺眼的反射面，此時閱讀有光澤的書時，會與電燈所夾的角度反光，進而視力減退。除加燈具來加強照度以外，還須考慮整體之配光均勻度及是否有眩光的問題。一般人只知一味增加照度，卻不知防範眩光對眼睛的嚴重傷害，因此在照明品質的考量上，須從各要素著手，以獲得最佳之照明設計方案。

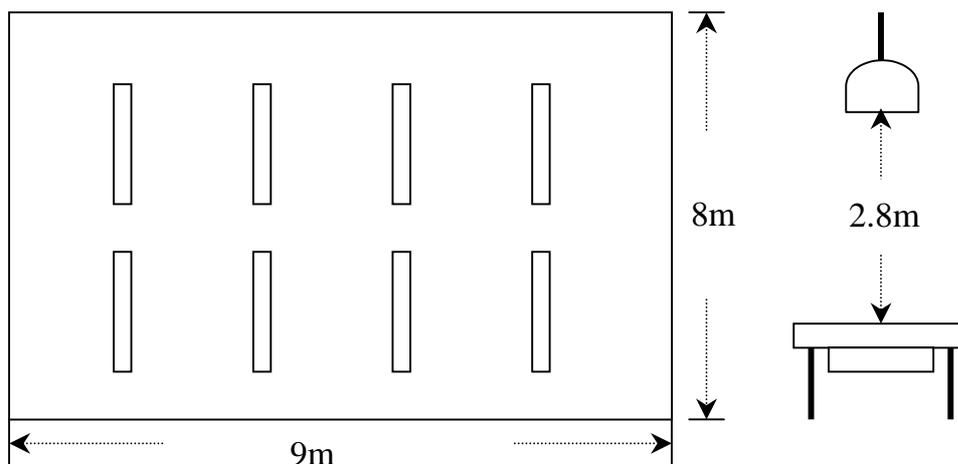


圖 十 三 國秀樓 513 教室配置圖

表三 電腦軟體設計和實測結果

本文計算結果	國秀樓實測結果
面積：72 m <sup>2</sup>	面積：72 m <sup>2</sup>
室指數：2.571	室指數：2.571
天花板反射率：0.7	天花板反射率：0.7
牆反射率：0.3	牆反射率：0.3
照明率：0.65	照明率：0.65
總燈具數：10	總燈具數：10
光通量：3100	光通量：3100
結果：559 Lux	結果：650 Lux

## 四、結論

在現今科技發達的世界中，電腦已是生活中不可或缺的必備工具，不管到哪都有它的存在。少了它，世界又將回到二、三十年前，人類靠著頭腦及雙手工作的時代。而我們對電腦的要求，更希望它具備人性化的思考模式。本文所介紹之電腦照明設計軟體，便是希望能設計具親合力之人機介面，符合使用者之要求；甚至能在使用者設計時，給予輔助解決照度不足及設計圖的問題。不但免除傳統照明設計時，須查表、計算等繁雜的步驟，而且又能像朋友一般幫助你，不只省時又省力。用於教學使用，老師能輕鬆教導，學生也能駕輕就熟，不會因查表而感到厭煩。

## 五、參考文獻

- [1] 許招墉，照明設計，民國 88 年 11 月初版，全華出版社。
- [2] 李碩重，照明設計學，民國 86 年 7 月 4 刷，全華出版社。
- [3] 許溢适，照明設計，民國 70 年 2 月，建宏出版社。
- [4] 劉書勝，照明設計，民國 72 年 9 月 3 版，徐氏基金會。
- [5] 鄭開傳，照明，民國 80 年 6 月 1 版，中國電機工程學會。
- [6] 關重廣，照明工學原理及實用，民國 73 年 11 月，復漢出版社。
- [7] 蔣培瑜，「近代照明光源的發展趨勢」，電機月刊 第 122 期，民國 90 年 2 月。
- [8] 王國榮，Visual Basic 6.0，民國 89 年 9 月，旗標出版股份有限公司。
- [9] 黃世陽，Visual Basic 6.0 學習範本，松崗股份有限公司，民國 88 年 1 月。
- [10] 陳玄芬，Visual Basic 6.0 中文版程式設計，博碩文化股份有限公司，民國 88 年 9 月。