

不同媒體交互閱讀行為下的 圖書館閱覽桌照明環境研究： 以國立故宮博物院南部院區 圖書館空間優化為例

Lighting Environment of Library Reading Table
in Cross-Reading of Different Media: A Case
Study of Space Renovation at the Southern
Branch of the National Palace Museum Library

田國慶

Kuo-Ching Tien

國立故宮博物院南院處助理研究員

Assistant Researcher, Department of Southern Branch,

National Palace Museum

【摘要】

隨著行動裝置的普及，資訊傳播型態也隨之變化，新興之網路媒體逐漸取代傳統的紙本媒體，使人們的資訊尋求方式也開始習慣於查找網路媒體，使電子媒體與圖書均成為圖書館中重要的閱讀媒體，因此，同時使用圖書與電腦、手機、平板等的交互閱讀行為逐漸成為日常。而閱覽桌是讀者在圖書館內最常使用到的設備，無論在閱讀、學習、討論等活



動中，閱覽桌都是不可缺少的設備，針對紙本與視頻顯示終端（Visual display terminal，以下簡稱VDT）的閱覽桌照明研究，國內已有許多研究與標準，但對於不同媒體交互閱讀行為的閱覽桌照明規劃研究卻不多，照度標準也沒有統一規範可供遵循，故一個適合同時閱讀紙本與電子閱讀媒體的閱覽桌照明環境是值得探討之議題，以符合目前讀者交互閱讀行為的需要。

本文分析目前以VDT作業環境的照明標準與設備所規劃的閱覽桌照明環境，在讀者進行交互閱讀使用行為時所存在的問題與不足，著重調查讀者閱讀不同媒體的使用情況與對應任務的照明需求，得出符合閱讀舒適性之閱覽桌照明環境及桌椅設備的布置方式，希望圖書館同道先進能有所助益，以及為今後深入研究交互閱讀行為下的閱覽桌照明設計提供參考。

【Abstract】

With the popularization of mobile devices, the way of spreading information has changed. Newly emerged internet media gradually replaced traditional paper-based media. Thus, people are increasingly used to seeking information on internet media, making digital media as important as books as reading media in libraries. Therefore, using books and computers, cell phones, and tablets back and forth has become routine. The reading table is the most frequently used facility in reading, learning, or discussion activities. Some studies and standards exist on either the lighting of reading paper or visual display terminals (VDT) at the reading table. However, there are few studies on the lighting of cross-reading activities between paper and VDT at the reading table.

This article analyzes the current VDT lighting standards and equipment designed for reading table lighting environments, the problems, and inadequate aspects during cross-reading behaviors by readers, focusing on investigating the lighting needs when using different media. The research aims to find the best arrangement of reading table lighting environment and table/chair facilities suitable for comfortable reading in the hope of helping fellow libraries understand the reading table lighting design for cross-reading behaviors.

關 鍵 詞：圖書館；閱覽桌；照度；視頻顯示終端

Keywords：library; reading table; illumination; visual display terminal

壹、前言

新興電子媒體的發展與資訊傳播方式的演變，讀者到圖書館已不單是為了館舍中的館藏資料或參考服務，更多是希望能在其中找到一個自己需要的閱讀、工作或休憩空間（陳格理，2023），但圖書館在原本有限的館舍空間規劃中，常過分專注館藏的數量與資訊科技的運用，而忽略讀者所需的閱覽空間與照明環境的規劃（郭琦，2017）。正因行動裝置的普及，經由手機、平板等閱讀、擷取資訊的機會及程度愈來愈高，故適合紙本與電子媒體交互閱讀所需的閱覽桌照明需求便益形重要。

圖書館作為社會教育的場域，讀者的資訊尋求行為已不再局限於閱讀紙本圖書，隨著各種電子媒體閱讀器的應用與讀者自攜電子設備（Bring Your Own Device, BYOD）的使用行為，使得閱覽桌照明規劃需要考量的因素變多，因此，提供一個適宜書籍與VDT之交互閱讀行為的照明環境，是當前圖書館照明規劃設計的方向。

貳、資訊傳播、媒體與閱讀行為的發展演變

資訊科學的飛快發展，帶動新興電子媒體不停出現，促使圖書館不斷引進資訊設備和服務方式，這些資訊設備和服務也逐漸改變讀者資訊尋求行為（McClue, 1994），自網際網路導入後，圖書館不再只是資訊的匯集地，而搖身變為資訊的傳播中心，對館藏、作業及讀者使用方面皆產生相當的影響（吳可久，2014）。行動數位媒體的發展，使資訊傳播的載具，如電子書、線上資料庫與網路搜尋引擎等利用網路傳遞之線上媒體，使用VDT電子閱讀的方式，也改變人們的資訊尋求行為（郭琦，2017）與閱讀媒體，以下就媒體的類型、發展與資訊尋求行為等分析如下：

一、就不同閱讀媒體類型與發展分析

由於行動網路的快速發展，人們開始使用筆記型電腦、手機、平板及電子紙閱讀器等電子媒體獲取資訊，顯示器漸成為閱讀的媒體（Wang, 2016）。目前正處在紙本和電子媒體時代更替的過渡中，如「Google圖書（Google Books）」、「歐洲數位圖書館（Europeana）」等允許公有領域的作品和內容，免費全文瀏覽與下載之線上搜尋引擎的



出現，正逐步替換紙本媒體，就1980到2023年間，資訊傳播方式與媒體發展對圖書館之影響及典藏內容的演進過程，整理如下表：

表一 1980-2023年資訊傳播、傳播媒體與數位典藏的發展

資訊年代	資訊傳播應用發展	圖書館主流媒體	數位典藏內容
1980-1990 資訊應用時代 IT Application	各類型資料庫 發展及運用	紙質媒體 縮影媒體 視聽媒體 光磁性媒體 (Magnet-Optical)	書目性資料庫 指南性資料庫 數字性資料庫 全文資料庫 影像資料庫
1990-2000 有線網際網路時代 Internet	電子出版電子典藏 多媒體發展	紙質媒體 數位化媒體 其他媒體	數位圖書館 數位博物館 數位美術館 數位檔案館 數位總目錄
2000-2010 網站時代 Website & Internet	網站圖書館 個人電子圖書館	數位化媒體 紙質媒體	數位知識庫 智慧專家系統 智慧學習系統 智慧知識系統
2010-2023 行動網際網路時代 Mobile Internet	雲端書庫 行動裝置應用程式 (mobile application) 遠端視訊服務	數位發行媒體 雲端媒體	數位典藏 雲端圖書館 合作數位化 電子書平臺 (Public Lending Right)

資料來源：林巧敏（2006）。數位時代圖書館功能及角色的變遷。

取自<https://nccur.lib.nccu.edu.tw/bitstream/140.119/98360/1/數位時代圖書館功能及角色的變遷.pdf>

表一顯示新興數位媒體逐漸取代傳統紙本媒體，人們只要在家上網搜尋，就可找到所需資料，產生「網路即是圖書館（Internet is library）」的概念，查找資料開始習慣使用網路搜尋引擎，挑戰作為儲存紙本媒體的實體圖書館，紙本的閱讀方式漸被數位媒體、網絡傳播與VDT閱讀型態所替代（Sawant, 2017）。

而皮尤研究中心（Pew Research Center）2013年對於美國公共圖書館讀者的使用習慣調查顯示，77%的16歲及以上的讀者，表示圖書館提供免費使用公用電腦與網際網路是圖書館的一項（非常重要）的服務、53%希望圖書館能有更多的電子書館藏、約26%使用圖書館的電腦或WiFi上網、13%使用BYOD如智慧手機或平板電腦等手持設備使用圖書館提

供的電子資源，反應網路與數位媒體對查找和獲得資訊的路徑產生重大影響。但也有80%表示借書及館員的參考諮詢是圖書館提供的一項（非常重要）的服務、36%表示圖書館（絕對不應該）通過將書籍移出公共場所來進行改變（Pew Research Center, 2013），這調查也反映出圖書館的核心價值在於圖書館能提供社會大眾知識和資訊，是社會教育的一環，透過閱讀，圖書館可培養人們的創造力和想像力（林巧敏，2006），更重要的是，資訊組織與技術服務的提供及館員與讀者建立的人際互動關係，是傳統圖書館在數位時代仍無法被完全取代的優勢。

二、就讀者資訊尋求行為與學習模式分析

資訊及通訊科技（Information and Communications Technology, ICT）極大的改變人們閱讀方式與學習途徑，截至2023年5月底止，國內行動寬頻服務用戶數統計達3,018萬，其中5G用戶為746.8萬之規模，若以臺灣2,357萬人口計算，平均每人有1.28個門號（國家通訊傳播委員會，2023），隨著行動網路與手持裝置的高度普及，使傳播資訊的載體也漸由印刷紙本型式轉變為電子數位化的型式（Dei, 2020），人們可利用手持裝置查詢或閱讀，已經對獲取知識的資訊尋求行為產生重大影響。

隨主流資訊傳播媒體朝向電子閱讀的發展趨勢，使得原本紙本圖書閱讀的學習模式變成網路媒體的VDT閱讀與遠距教學的方向發展，其學習模式以發展的歷程分為遠距教學（D-Learning）、數位學習（E-Learning）、行動學習（M-Learning）（Subhajit Panda, 2019），分述如下：

（一）遠距教學：現今使用各式VDT設備以能互動的網路會議方式參與，如同傳統在教室上課的教學模式。新興的教學型態透過網際網路傳播，使用遠距教學的學生，不需到特定地點上課，可隨時隨地上課（教育部，2023）。

（二）數位學習：1990年代的電腦輔助教學（Computer-Based Training, CBT or Computer Assist Instruction, CAI），這時期電腦扮演輔助性的角色，將傳統紙本及循序式的教材數位化。簡而言之，數位學習的重點不在電子媒體，而是運用電子媒體在學習的層面為何（Bersin, 2017）。



圖一 疫情期間使用南部院區圖書館研究桌進行行動學習的小學生。

(三) 行動學習：行動學習著重於跨越地域限制，透過網際網路與行動裝置所帶來的互動性，讓學生、教師與教學內容三者間充分互動，學生能與同儕一起完成學習任務，利用行動裝置的即時互動（圖一）、傳遞資訊以及搜尋資訊等功能，學習的情境不再侷限於課堂教室（林傑聖，2013）。

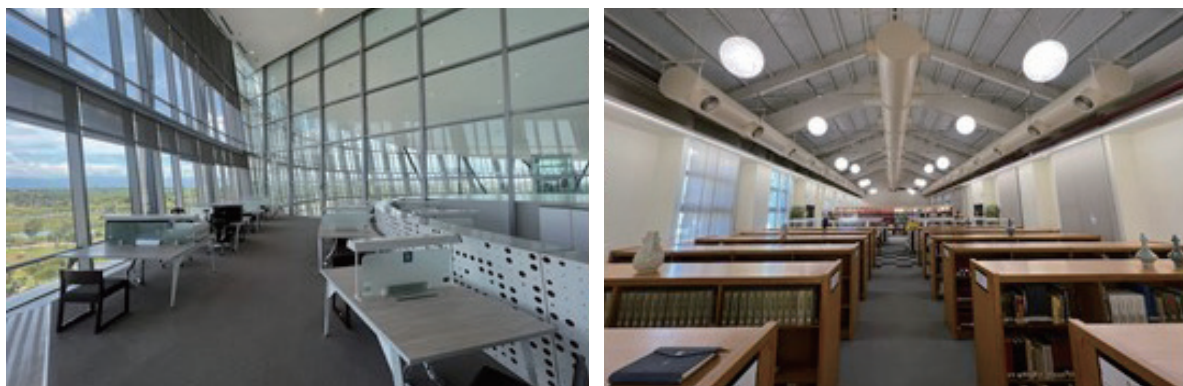
面對資訊科技及傳播快速變化的時代，對於空間的規劃自不能再「以不變應萬變」的方式因應，需與時俱進，重新思考空間之環控配置、閱讀桌之照明規劃等方面，並評估現今讀者與空間及設備之需求而適切地調整與更新（陳昭珍，2016）。

參、影響圖書館閱覽桌照明的因素

大約有85%的資訊是經由眼睛獲得，適度的照明可減輕眼睛疲勞和頭痛，使閱讀及工作更有效率。因此，無論是在圖書館閱讀、書架間瀏覽或辦公區等使用環境中，照明皆同樣重要，理想的照明環境須與工作場所和操作任務相匹配。以下就影響因素分述：

一、圖書館照明的光源

照明光源的類型，可分為天然光源與人工光源（圖二）。在電燈發明以前，圖書館要提供讀者足夠的光線閱讀，即採用天然光源，優點為可以減少照明的能源消耗。缺點為天然光源易受天候影響而變化不定，直射的陽光易損壞圖書資料與器材設備，必須配合人工照明輔助，以保持光源的充足穩定，以利於讀者、館員使用（曾淑賢，2008）。



圖二 圖書館閱覽區照明，左圖以天然光源為主要照明，右圖以人工光源為主要照明。

太陽發出的自然光是照明的最佳光源，能直接利用自然光當然是最理想的，但因建築物的牆面、書架、樑柱等不透光結構會遮擋日光，即使白天的閱覽空間也常無法達到足夠

照度（吳政軒，2016），1879年白熾燈成功商業化並大規模的設置，使圖書館的使用不再受天候影響（CCOHS, 2023），但人工光源缺點則為需更多的設備及電力來維持照明環境的運作，且很大程度存在浪費電力的情況，在計算照明設計的初期需包含維護係數，如後續的維護定期更換燈泡、定期清潔燈具等，以保持設計要求的平均照度（東亞照明，2023）。

就圖書館照明光源的文獻分析可知，在一般閱覽室與自修室照明規劃多以天然光源為主的採光方式，可達節約能源的目標。但由於各空間機能與性質需求的不同，且天然光到達館舍內部的照度取決於建築物的結構、陽光的量及方向、雲量和季節等問題，因此，現今圖書館照明使用人工光源的比例高於天然光源（張一岑，1997）。

二、影響交互閱讀的照明環境因素

（一）國內外圖書館照明建議照度之研究

照明環境是影響交互閱讀的主要因素，以下先就國內研究及美國對環境照明的標準建議，逐一介紹：

1. 國內VDT作業環境的照明照度研究：

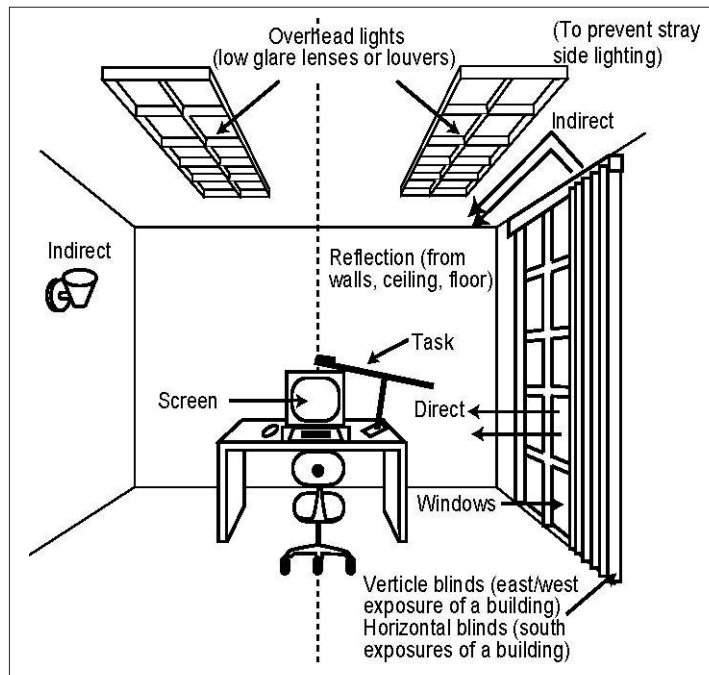
VDT作業下閱讀的照明標準，不同於一般紙質閱讀所適用的照明標準，因讀者閱讀螢幕時眼睛經常需要在較暗的紙本檔與較明亮的螢幕之間遊走，所以接觸的對比範圍遠較一般書本閱覽時為大（王立雄，2022）。此時必須降低室內的照度，以避免顯示器與其他文件的明視（明視對比是指物體與背景的對比直接影響物體的偵測與辨識）對比超過1：10，但照明水準降低後，會造成閱讀上的不便，因此選擇適當的照明亮度是一項頗受爭議的問題（孫東升，2001）。

在必須交互閱讀印刷品與操作電腦時，室內照明宜設定於300 lx ；在操作電腦時間較多而閱讀印刷品時間較少時，室內照明宜設定於300至500 lx 之間（Parihar, 2016）；在從事數據輸入工作時，室內照明宜設定於500~700 lx 之間（李玉生，2000）。

2. 美國職業安全局（NIOSH）操作VDT環境照明水準建議：

照明光源的光線投射應透過導引，以避免直接照射到使用者的眼睛與操作中的螢幕，且光源的亮度要能滿足使用者觀看螢幕與閱讀文字的需要，同時也要避免太強的照度所引起的眼睛不適與螢幕眩光的產生，其照明安排如圖三，人工光源的光線照射方向應儘量避免直接照射以造成眩光發生，另一方面由窗戶照入的天然光

源，因光線照射角度過低，易於螢幕上產生眩光，因此最好使用如百葉窗等加以遮蔽，其他在螢幕四周使用的工作燈也要特別注意其光線的強度，過高的照度亦容易使螢幕產生嚴重眩光。



圖三 VDT環境下相關的光源位置安排

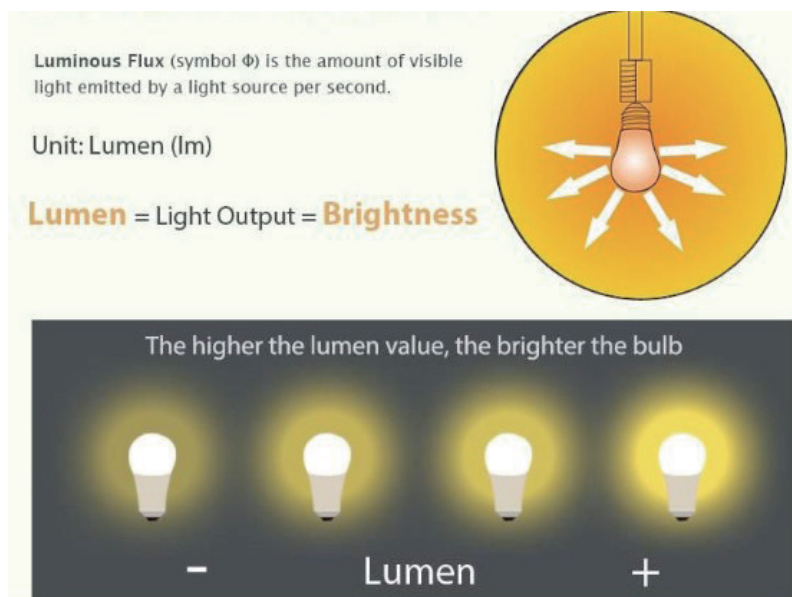
資料來源：U.S. Department of Labor Occupational Safety and Health Administration. (1997). Working Safely with Video Display Terminals. Retrieved from <https://www.labtrain.noaa.gov/osha600/refer/menu15a.pdf>

(二) 相互影響的照明因素

在照明環境下，影響閱讀舒適性的因素是多元且相互影響，因此須妥善安排，說明如下：

1. 光通量（Luminous flux）

光通量亦稱為光束，符號是 Φ ，標準單位是流明（lumen，簡記為lm），為光源在輻射方向上每單位時間內能被人眼感知的輻射能量，亦稱作光功率（luminous power）（圖四）（國家度量衡標準實驗室，2017）。在照明工程中，光通量是說明光源發光能力的基本量（Lumistrips LED Professional, 2023）。

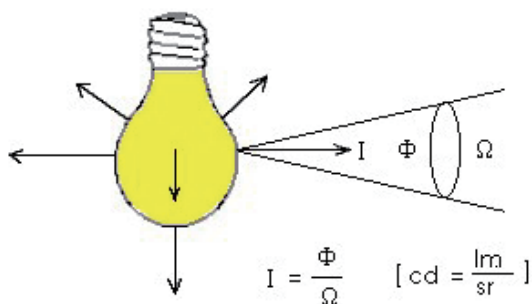


圖四 光通量為光源發出可見光的總量計量單位。

資料來源：Lumistrips LED Professional.(2023). Luminous Flux: A Comprehensive Guide to Understanding Light Output. Retrieved from <https://www.labtrain.noaa.gov/osh600/refer/menu15a.pdf>

2. 發光強度I (Luminous intensity)

發光強度又稱光強或光度，表示光源給定方向上單位立體角內發光強弱程度的物理量（圖五），國際單位為燭光（cd），它的定義是光源在某一方向上立體角內，所發射出來的光通量 $I = d\Phi$ （（光通量）/ $d\Omega$ （立體角）），常用於說明光源和照明燈具發出的光通量在空間各方向或特定方向上的分佈密度（徐周弘，2017）。

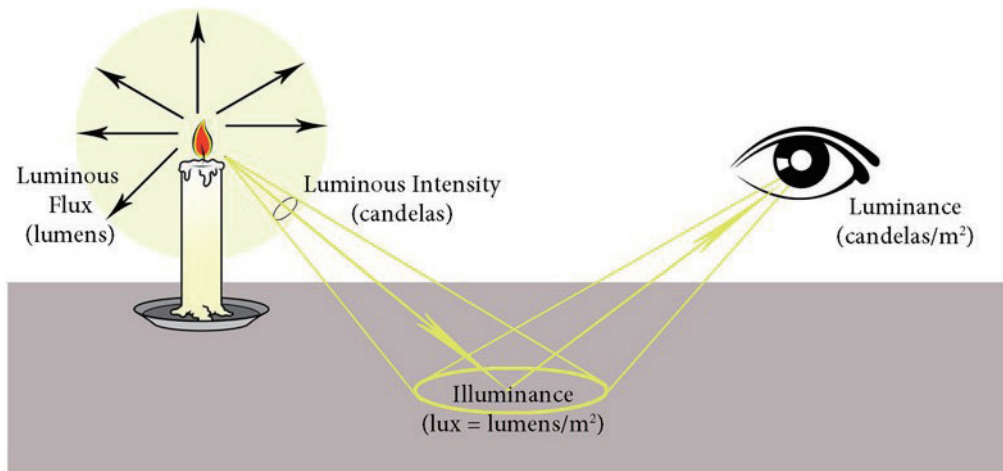


圖五 發光強度的分佈以坐標圖或線性圖的形式表示。

資料來源：L Knowledge Base DIALux 4.(2016).Luminous intensity (I). Retrieved from <https://dialux4.support-en.dial.de/support/solutions/articles/9000078316-luminous-intensity-i->

3. 亮度L (Luminance)

亮度又稱輝度，表示人眼對發光體或被照射物體表面的發光或反射光強度實際感受的物理量。國際單位制中規定，「亮度」的符號是 L_v ，單位為燭光每平方米 (cd/m^2)，舊稱尼特 (nit)。視覺上亮度明暗的感受取決於進入觀看者眼睛的光通量，因此，亮度是從物體或表面反射光的強度，可理解為單位面積內看上去有多亮 (圖六) (維基百科，2022)。



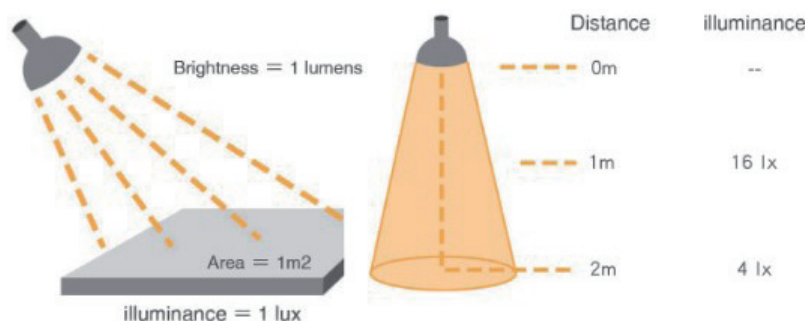
圖六 亮度即物體或表面反射進入人眼看到的光強度。

資料來源：L Knowledge Base DIALux 4.(2016).Luminous intensity (I). Retrieved from <https://dialux4.support-en.dial.de/support/solutions>

4. 光源的照度E (Illuminance)

「照度」即光照強度，常用來表示一個空間或被照面的明亮程度，為單位面積上所接受可見光的光通量，單位為勒克斯Lux (lm/m^2) (丞逸照明企業有限公司，2022)。照度是照射在某一單位面積表面上的入射光的總量 (圖七)，是衡量環境光強度的重要指標之一。

不同作業環境所需的照明強度也不同，照明規劃需選擇與環境相對應的照度強度以符作業需求，並將視覺效率和視覺舒適性作為主要考慮因素，而視覺舒適性為主觀感受，反映讀者的主觀舒適性和閱讀的愉悅程度 (武童瑤，2018)。



圖七 照度是光通量與被照面面積之比值；數值大小與距離呈平方反比關係。
資料來源：丞逸照明企業有限公司（2022）。照明術語列表。取自<https://beamteclighting.com.tw/blog/list-of-lighting-terms/>

CNS 12112, Z 1044

-18-

表 5 室內區域、作業空間和活動種類照度、眩光限制及平均演色指數一覽表(續)

室內、作業或活動種類	$\overline{E_m}$ (lux)	UGR_L	R_a	備註
(7) 檔案室	200	25	80	
23. 零售店				
(1) 小型銷售區	300	22	80	
(2) 大型銷售區	500	22	80	
(3) 收銀區	500	19	80	
(4) 包裝台	500	19	80	
24. 餐廳、旅館				
(1) 接待、收銀櫃台	300	22	80	
(2) 廚房	500	22	80	
(3) 用餐區、宴會場	200	22	80	照明應具親密的氣氛
(4) 自助餐館	200	22	80	
(5) 歐式自助餐廳	300	22	80	
(6) 會議室	500	19	80	建議可調光
(7) 走廊	100	25	80	夜間可接受低照度
25. 娛樂場所				
(1) 劇院、音樂廳	200	22	80	
(2) 多功能廳	300	22	80	
(3) 練習室、更衣室	300	22	80	應具備化妝用無鏡面眩光照明
(4) 博物館(一般性)	300	19	80	照明應符合陳列要求，防止輻射，參照博物館照明指南
26. 圖書館				
(1) 書架	200	19	80	
(2) 閱讀區	500	19	80	
(3) 櫃檯	500	19	80	

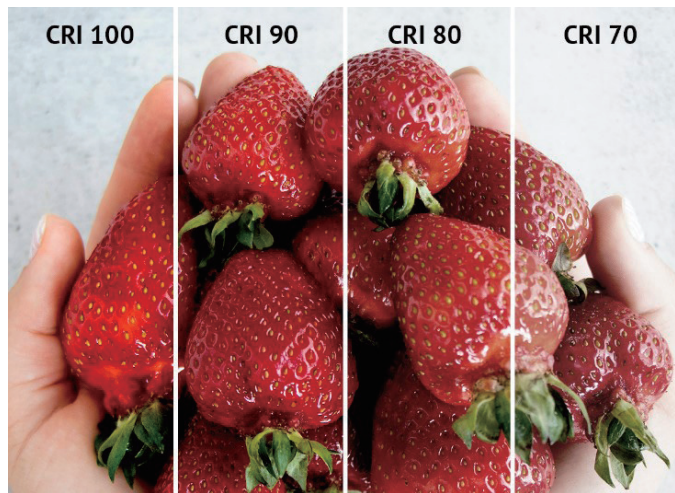
圖八 CNS 12112照度標準中圖書館閱覽室照度標準。

資料來源：經濟部中央標準局（2012）。室內工作場所照明。取自<https://in.ncu.edu.tw/ncu57303/document/教育部學校照明節能改善參考手冊.pdf>

圖書館是讀者進行閱讀研究的場域，由於閱讀行為屬精密作業，對照明閱覽空間的照度有較高的要求，依據CNS 12112照度標準中，一般閱覽室、開放式閱覽室、電子閱覽室等空間的照度水準，以500 lx為最低要求（教育部，2021），照度不足可以配置閱讀燈之型式，輔助局部需求照度500～700 lx之間（圖八）。

5. 演色性（Color rendering）

演色性是對光源與天然光源或標準光源相比真實地顯示各種物體顏色的能力（維基百科，2022）。演色性之顯色指數（Color Rendering, CRI）是衡量光源與天然光相比渲染顏色效果的指標，描述光源如何使人眼看到物體的顏色及如何揭示顏色色調的細微變化，測量範圍為0到100（圖九）。CRI是衡量光源準確再現其照亮的物體顏色的能力（Waveform Lighting, 2023）。



圖九 CRI越高，其顯色能力越好。

資料來源：L Knowledge Base DIALux 4.(2016).Luminous intensity (I).
Retrieved from <https://dialux4.support-en.dial.de/support/solutions>

6. 色溫（Color temperature）

色溫是指感知到的光的溫暖或清涼，色溫度的單位是以絕對溫度K（Kelvin）值來表示，符號Tc，以K值為單位進行測量。從圖十中可得知，低色溫的光偏黃色，而高色溫的光偏藍色（Light Culture, 2023）。

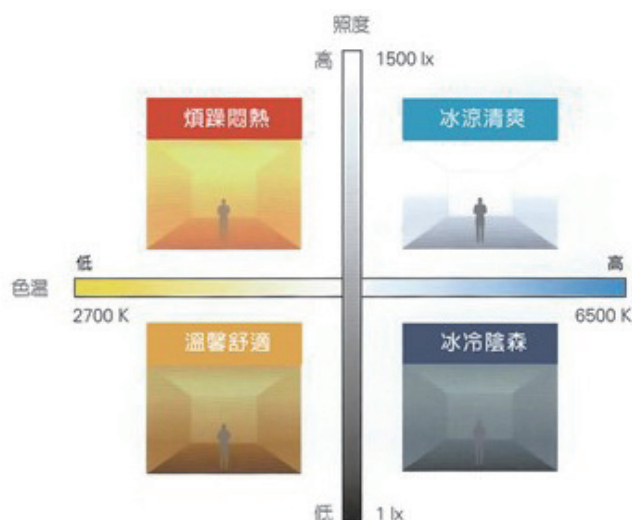


圖十 色溫1000~10000的視覺感受範例。

資料來源：AdGeek（2020）。色溫攝影訣竅 | 克氏溫標（Kelvin Scale）大解析，正確掌握白平衡。取自<https://www.shutterstock.com/zh-Hant/blog/kelvin-scale-breakdown-color-temperature>

7. CRI和色溫的相互影響

CRI和色溫密切相關且相互影響，如圖十一中在高CRI照明時的色溫常會顯得更溫暖，因其包含更多的紅光和黃光，反之較低K值的光源，往往顯示較低的CRI，可能無法準確地呈現某些顏色。高CRI是為了保證色彩準確度，營造溫暖的氛圍，CRI太低，則可能無法準確顯示VDT作業中螢幕的顏色（BenQ Taiwan，2019）。



圖十一 色溫1000~10000的視覺感受範例。

資料來源：YEELIGHT PRO（2021）。照明基礎知識系列3-色溫。取自<https://yeelight-pro.tw/2021/01/13/color-temperature/>

8. 均齊度

均齊度是工作面上最低照度與平均照度之比值，如果環境的明暗差異極大，工作時眼睛由一個表面觀看到另一個表面時會發生適應現象，在適應過程中，眼睛的視覺能力通常是會降低的。而良好的照明環境要求場所內照度分佈均勻，尤其桌面照度，其良好的均齊度應在0.5以上（周鼎金，2004）。

9. 對比

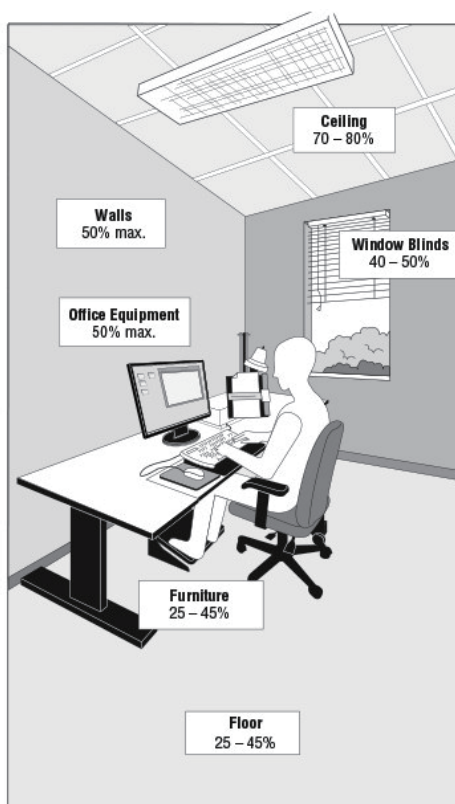
「對比」是在兩個區域之照明亮度與色彩鮮艷度的差別。色彩對比（圖十二）對於交互閱讀中觀看VDT螢幕尤其重要，在閱讀情況下，使用者大部分時間都盯著書本或螢幕，依據加拿大職業健康與安全中心（Canadian Centre for Occupational Health and Safety，簡稱CCOHS）建議，在大部分的VDT環境裡（如文書處理、瀏覽網頁等），並不需過於銳利的對比，使用間接式照明較為合適，具有減少使用者視野裡的強光區域與眩光及可讓物體在使用者的視野中較為柔和等優點。（CCOHS, 2018）因此，間接式的照明光線較柔和，對視覺負擔較小，長時間觀看也可保持相同影像色彩對比。



圖十二 對比度差的示例

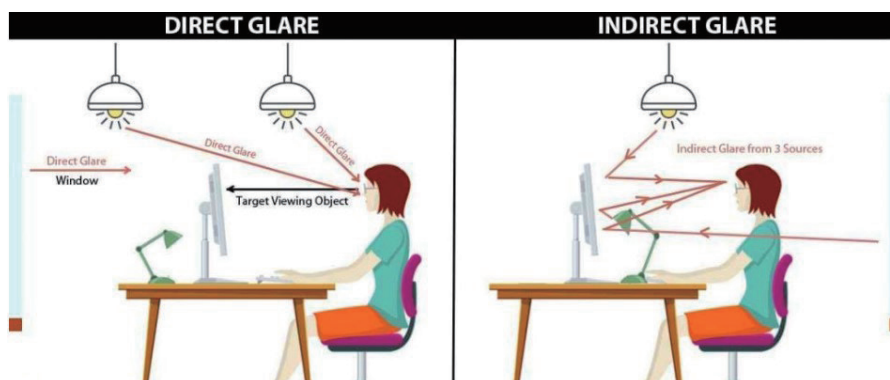
10. 直接和間接的眩光

「眩光」的產生通常是因光線直接照射或過於明亮的燈具所造成。大過於水準的光線照射或某部分照明的照度太高及工作站位置安排的太接近光源（如太接近窗戶）等（圖十三），皆易使畫面產生強烈的眩光（鮑家聲，2003）。眩光是常見的照明問題，過於明亮的光源或反射干擾到使用者觀看VDT畫面時，會引起煩惱和不適，且可能產生暫時性失明的危險（George C, 2023）。



圖十三 物體表面反射率。

資料來源：CCOHS.(2018). - Survey and Solutions.Lighting Ergonomics. Retrieved from https://www.ccohs.ca/oshanswers/ergonomics/lighting/lighting_survey.pdf

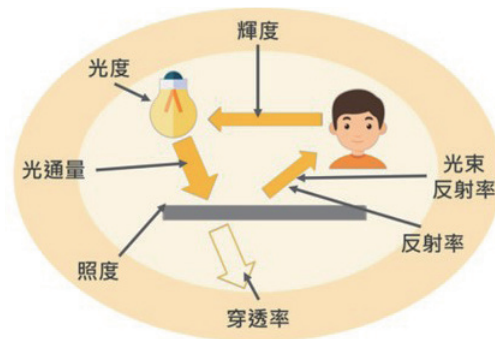


圖十四 直接與間接眩光，光線路經圖。

資料來源：George C.(2023). Lighting Ergonomics- The Ultimate Guide. Ergonomic Trends. Retrieved from <https://ergonomictrends.com/lighting-ergonomics-ultimate-guide/>

在電子閱讀區域的牆面，要避免光線透過牆面反射到工作桌表面或螢幕周圍產生眩光，採用中性顏色塗料，並避免使用過於白或淺的顏色，且使用平光或消光的油漆而非亮面的塗料，以防止產生眩光（龔蓉芬，2010）。此外，螢幕的排列方向與角度也要避免與光源發生直接的照射，以防止顯示幕周圍表面上眩光的發生（圖十四）。

總結照明的基本因素，可得出各照明單位之相互關係（圖十五），良好照明環境的設計條件為：(1)足夠的照度、(2)考量室內地板面、天花板面及牆壁面的反射率、(3)色溫適當，以正確判斷圖書與螢幕的顏色、(4)適度明暗對比，可增加物體之立體感，但明暗對比不宜太大、(5)避免眩光的產生等。



圖十五 光源與光度、照度、輝度等照明單位之關係圖

資料來源：江劭剛（2021）。廠區光線照明實務人體計測資料庫簡介及重要計測值。環安衛核心觀念隨身卡。取自<https://eosh.ipedia.tw/eosh-notion-card/actory-lighting/>

三、人因工學和閱覽桌照明的相互影響

影響閱覽桌照明的環境因素涵蓋座椅、桌子工作區域及觀看角度等多項因素，閱覽座椅運用人因工學則可從個人因素及傢俱設計兩方面進行探討：

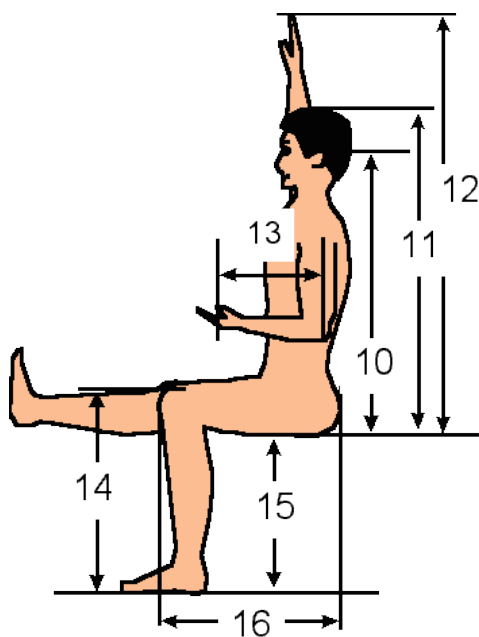
(一) 個人因素的影響

要使事物適於人體使用，則人體各部分計測乃是設計時最主要的參考數據。讀者在閱讀作業中與桌椅、照明及使用媒體之間的互動包含身高、年齡、眼睛與手臂至桌面距離等因素，而「人體計測表」即是紀錄國人各項人體數據的統計數值（林勇，1997），表二為常用的重要人體計測尺寸。（需配合圖十六國內人體計測資料庫常用的計測尺寸姿勢圖一起使用）。

表二 國內常用的人體計測資料庫計測尺寸（單位：mm）

		男性		女性	
量測項目		平均值	標準差	平均值	標準差
1	身高	1687.73	59.75	1563.05	53.88
2	體重	67.35	8.9	54.22	8.16
坐姿側視圖					
10	眼睛至座面距離	785.34	30.89	731.79	30.81
11	頭頂至座面距離	903.04	31.87	844.52	31.25
12	手臂向上伸直指尖至座面距離	1322.03	54.61	1211.6	46.59
13	手肘至握拳中心距離	306	27.07	271.27	23.82
14	膝上緣高	515.66	27.69	467.06	22.19
15	座高	404.52	19.85	376.27	15.85
16	座深（以膝前緣至臀後緣距離估算）	551.5	32.93	526.79	26.21

資料來源：勞工安全衛生研究所（2006）。人體計測資料庫簡介及重要計測值。取自<https://www.ilosh.gov.tw/90734/90811/136452/90837/92842/post>



圖十六 國內人體計測資料庫常用的計測尺寸姿勢圖

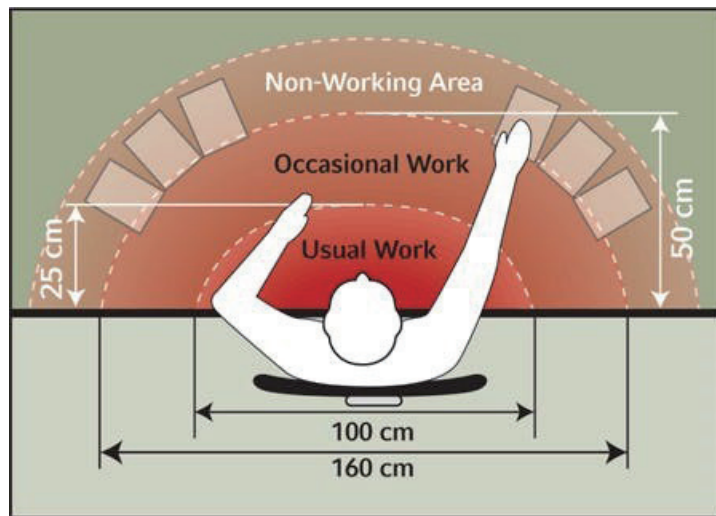
（本圖中人體所標之數字即表二中之測量項目）

資料來源：勞工安全衛生研究所（2006）。人體計測資料庫簡介及重要計測值。取自<https://www.ilosh.gov.tw/90734/90811/136452/90837/92842/post>

(二) 傢俱設計的影響

因費用與後續維護成本的考量，閱覽桌椅多採固定桌面高度或坐面高度之設計，而決定桌椅高低、尺寸等多以人體計測資料庫中的平均值作為參考設計的指標，以閱覽桌的工作區為例（陳明山，2005）：（圖十七）

1. 作業使用區域：距離使用者中心長25公分，寬100公分的半圓內，是閱讀及設備操作最頻繁之區域。
2. 偶爾使用的區域：距離使用者中心長25~50公分，寬160公分的半圓內，用於不太重要或偶爾使用的物品之區域。
3. 非工作的區域：距離使用者中心長超過50公分，寬超過160公分的範圍，是最遠的區域，用於存放很少使用的物品。



圖十七 閱覽桌的工作區作業距離圖。

資料來源：Jana J. Madsen.(2008). Guide to Ergonomics at the Office and in the Field. Retrieved from <https://www.buildings.com/industry-news/article/10192957/guide-to-ergonomics-at-the-office-and-in-the-field/>

上述的工作區域劃分，對於不可調式閱覽桌椅並不適用，因在設計時往往將高度設定在較大尺寸值，以滿足身材體形較高大的讀者使用，但對於身材體形較嬌小的讀者（勞動部勞動及職業安全衛生研究所，2022），如兒童、三年級以下的國小學生（圖十八），實際上所謂平均值只是一個概念，也就是誰都可以用，誰都不好用，僅能勉強適合最大多數

的人（唐硯漁，2005）。

從表二可知身高的數值是影響閱覽桌照明環境的重要因素，由於身高的差異，每位讀者使用閱覽桌閱讀及觀看媒體時的角度也會不同，因此眼睛所感受到的照度、眩光、對比、演色性及色溫度都會有所不同（張敬怡，2019），故在評估閱覽桌照明時，應將人因工學的因素納入考量。

綜上，就閱覽桌照明目的而言，首先為照亮閱讀媒體，避免眩光並看得清楚，減少眼睛的疲勞；其次為避免過低的色溫度以還原物體本色，增加閱讀舒適性。前者關係著視作業對象之主體機能是否具明視效果，而後者則關係著視覺周圍環境是否有舒適之照明氣氛。

此外，應考慮到紙本與VDT的交互閱讀環境中「照明」與「人因工學」的相互影響，提供可調式的閱覽桌椅予讀者使用，以因應不同身高、年齡的需求，提升閱讀效率與舒適性，並避免有直射螢幕的眩光和對比太過強烈的閱覽桌面。



圖十八 親子使用一般閱覽桌椅共讀之情況。

肆、國立故宮博物院南部院區圖書館閱覽桌照明與設備的現況分析

本節以國立故宮博物院南部院區圖書館（以下簡稱南院圖書館）的一般閱覽區和研究室之閱覽桌照明環境為例，針對照明與人因工學兩方面，進行測量，分析目前的閱覽桌照明環境是否符合紙本與電子媒體VDT交互閱讀下的使用需要。

一、現場測量與記錄

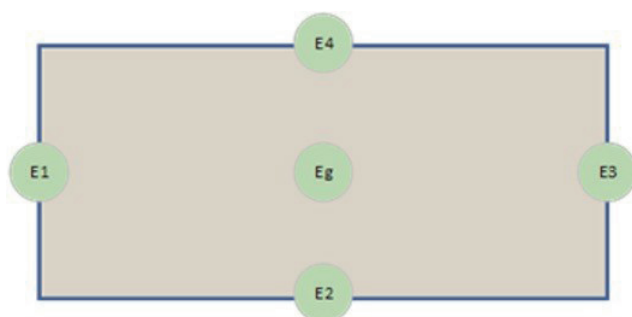
對一般閱覽空間與研究室之閱覽桌的照明環境進行測量，並記錄讀者使用情況及反饋。閱覽桌型式與照明測量方式。

依CNS5065照度測定法，以五點測定方式（圖十九），五點測定公式為 $E = 1/6 (\sum E_m + 2E_g) = 1/6 (E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + 2E_g)$ ，測定閱覽桌之照度（表三），並記錄光源與燈具種類及影響採光因素。按照CNS照度標準測量現場照明環境照度是否達500 Lux以上的設計要求。照度數據測量閱覽桌面之0°、45°、90°的照度值（如圖二十）。由於南院圖書館主要使用天然光源為主要照明，且不提供晚間開放，故測試時間段為日間館內天然光

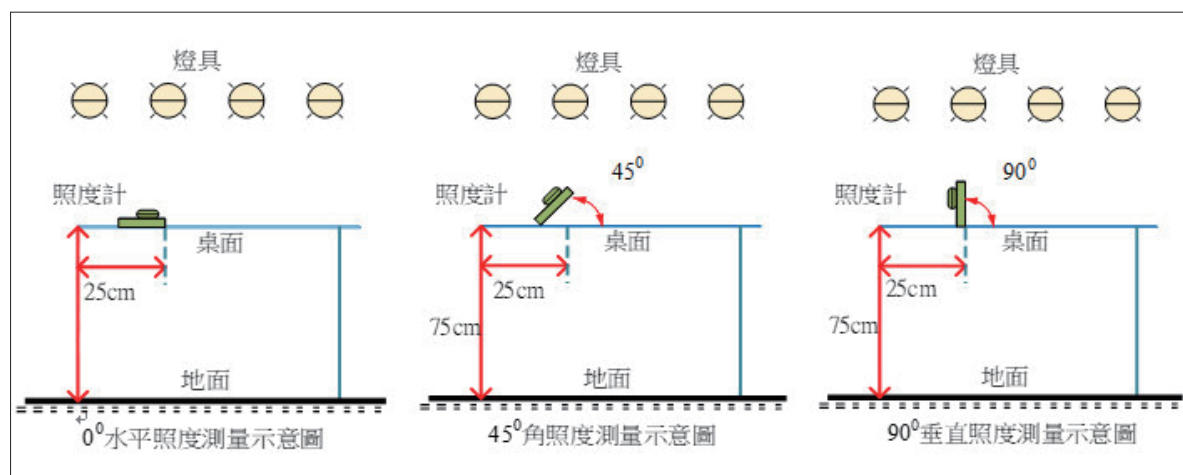
源照明正常為主閱覽區之桌椅類型、照明方式、光源類型等以實地觀察的方式記錄，照明相關數據資料採取現場測量及計算取得，紀錄內容與測量方式如表四。

表三 圖書館閱覽桌型式與照明測量方式

閱覽空間	照度測量點高度	測量方式	局部照明
雙人閱覽桌	74cm	五點測定	LED桌燈
單人閱覽桌	74cm	五點測定	LED桌燈
研究閱覽桌	76cm	五點測定	無



圖十九 照度的量測方法-5點法示意圖。



圖二十 測量閱覽桌面處的0°水平、45°斜面、90°垂直照度值示意圖。

表四 紀錄內容與測量方式

紀錄內容	測量方式
閱覽桌面0°照度	照度計測量
閱覽桌面45°照度	照度計測量
閱覽桌面90°照度	照度計測量
燈光演色性	光譜分析儀
人因工學因素	問卷調查
讀者使用感受	問卷調查
交互閱讀比例	問卷調查
讀者使用閱覽桌行為	現場記錄
閱讀桌使用情況	現場記錄



圖二十一 南部院區圖書館的空間導覽圖。

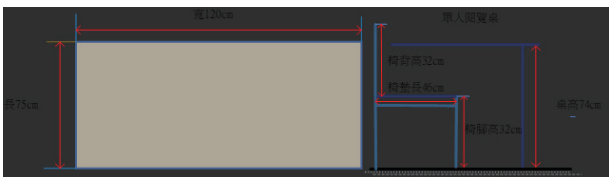
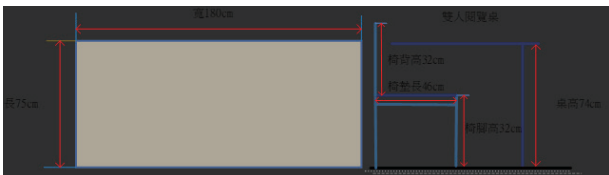
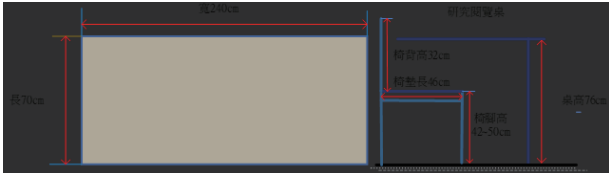
本研究主要以閱覽區（圖二十一中編號2）與研究室空間（圖二十一中編號10）的閱覽桌照明與讀者閱讀行為為研究對象，包含閱覽桌椅布置方式、照明方式、照明光源類型、照明數據等資料。圖書館服務分區、閱覽桌椅類型與樣式及排布方式、光源類型等採用實地觀察的方式記錄，照明的照度數值資料，以現場測量並計算的方式取得。桌椅布置照明方式、光源類型等因素紀錄如表五所示，閱覽桌椅類型樣式及尺寸數據等如表六所示。

表五 閱覽區與研究室的空間與照明因素

空間與照明		閱覽區	研究室
空間特點		使用玻璃帷幕天然採光，遠離典藏書架 減少干擾	完全獨立空間
閱覽桌 布置	布置 方式		
	排列 方式	1. 閱覽桌分區單向布置 2. 讀者對向使用	1. 閱覽桌集中並排布置 2. 讀者順向使用
空間 照明	照明 方式	混和照明與局部照明	混和照明
	天然採光 光源控制	 透光捲簾依日照強度自然或手動控制	 透光捲簾為手動控制
	使用 燈具	  嵌燈與桌燈	 嵌燈

空間與照明		閱覽區	研究室
空間照明	使用光源	 陶瓷復金屬燈與2、4尺LED燈管	 陶瓷復金屬燈
	空間照明色溫	冷色調	暖色調

表六 閱覽區與研究室的閱覽桌椅類型樣式及尺寸數據

閱讀桌椅類型	樣式	
	桌椅材質	尺寸數據
單人閱覽桌椅		
雙人閱覽桌椅		
研究桌		

二、照度測量數據分析

評估閱覽桌照明在交互閱讀時的視覺舒適因素中，照度與均齊度被認為是評估照明環境的滿意度、舒適度和人因工程學的重要指標。照度強弱影響眼睛看見物體時之可視性，均齊度則影響閱讀時的視覺疲勞，光線分佈越均勻則照度越好，視覺感受越舒適，兩因素對整體視覺舒適度起著至關重要的作用。

CNS12112對於圖書館的相關照度值，明確規定閱覽空間照度應在500~750 lx之間。將閱覽區與研究室的閱覽桌進行編號（表七），並依據CNS標準，現場實測兩空間的閱覽桌之閱讀工作面的水平面、垂直面及斜面的照度資料如表八~十所示。

經過現場實測與數據資料對比圖書館閱讀照明標準值500~750 lx，閱覽區與研究室的閱覽桌之平均照度均高於標準值，均齊度也優於大於0.5的建議值。以表八中雙人閱讀桌工作面照度值為例，以0°的照度測量值最高（如圖二十二），45°次之（圖二十三），90°測得數值最小（圖二十四）。

表七 閱覽區與研究室的閱覽桌編號

空間		閱覽桌編號
閱讀區	雙人桌	
	單人桌	

空間	閱覽桌編號
研究室	

表八 閱覽區各雙人閱覽桌桌面工作區之照度。(局部照明燈具為LED桌燈)

雙人 閱讀桌 編號	照度數據					使用桌燈
	0.75m 工作面照度值(lx)					
	走道平均照度 1033 lx					
	測量角度	平均照度	最小照度	最大照度	均齊度	
1	0°水平	1,817	1,526	2,752	0.84	否
	45°斜面	1,802	1,650	2,460	0.92	
	90°垂直	1,587	1,087	2,200	0.68	
	0°水平	2,373	1,698	3,237	0.72	是
	45°斜面	2,238	1,592	3,130	0.71	
	90°垂直	1,793	1,079	3,091	0.60	
2	0°水平	2,334	1,814	3,201	0.78	否
	45°斜面	2,363	2,056	3,210	0.84	
	90°垂直	2,307	2,031	3,110	0.88	
	0°水平	2,726	2,120	3,390	0.78	是
	45°斜面	2,589	2,319	3,410	0.90	
	90°垂直	2,325	1,833	3,350	0.79	



雙人 閱讀桌 編號	照度數據					使用桌燈
	0.75m 工作面照度值(lx)					
	走道平均照度 1033 lx					
	測量角度	平均照度	最小照度	最大照度	均齊度	
3	0°水平	1,767	1,395	2,380	0.79	否
	45°斜面	1,718	1,463	2,211	0.85	
	90°垂直	1,617	1,422	2,080	0.88	
	0°水平	2,424	1,651	3,560	0.68	是
	45°斜面	2,227	1,580	3,210	0.71	
	90°垂直	1,761	1,030	2,988	0.58	
4	0°水平	1,416	1,240	1,808	0.88	否
	45°斜面	1,494	1,172	1,683	0.78	
	90°垂直	1,464	1,096	2,321	0.75	
	0°水平	2,202	1,301	2,980	0.59	是
	45°斜面	2,186	1,352	3,020	0.62	
	90°垂直	1,857	1,164	2,392	0.63	
5	0°水平	1,973	1,553	2,820	0.79	否
	45°斜面	1,841	1,425	2,711	0.77	
	90°垂直	1,360	962	1,891	0.71	
	0°水平	2,764	1,827	3,370	0.66	是
	45°斜面	2,473	1,633	3,320	0.66	
	90°垂直	1,659	1,147	2,291	0.69	
6	0°水平	1,379	1,189	1,361	0.86	否
	45°斜面	1,521	1,288	2,281	0.84	
	90°垂直	1,541	1,237	2,283	0.80	
	0°水平	1,974	1,158	2,776	0.59	是
	45°斜面	1,955	1,227	2,860	0.63	
	90°垂直	1,637	1,133	2,076	0.69	

表九 閱覽區各單人閱覽桌桌面工作區之照度（局部照明燈具為LED桌燈）

單人 閱讀桌 編號	照度數據					使用桌燈
	0.75m 工作面照度值(lx)					
	走道平均照度955 lx					
	測量角度	平均照度	最小照度	最大照度	均齊度	
1	0°水平	1,340	1,109	1,558	0.83	否
	45°斜面	1,236	1,018	1,349	0.82	
	90°垂直	1,087	965	1,214	0.89	
	0°水平	1,799	1,315	2,560	0.73	是
	45°斜面	1,650	1,214	2,642	0.74	
	90°垂直	1,352	1,011	2,085	0.75	
2	0°水平	1,641	1,325	1,740	0.81	否
	45°斜面	1,709	1,244	1,822	0.73	
	90°垂直	1,631	1,157	1,747	0.71	
	0°水平	1,936	1,610	2,100	0.83	是
	45°斜面	2,012	1,597	2,221	0.79	
	90°垂直	1,894	1,367	2,301	0.72	
3	0°水平	1,405	1,124	1,568	0.80	否
	45°斜面	1,465	1,217	1,585	0.83	
	90°垂直	1,263	934	1,377	0.74	
	0°水平	2,113	1,719	2,750	0.81	是
	45°斜面	1,982	1,571	2,940	0.79	
	90°垂直	1,357	1,042	1,425	0.77	
4	0°水平	1,512	1,330	1,568	0.88	否
	45°斜面	1,571	1,438	1,623	0.92	
	90°垂直	1,357	1,326	1,399	0.98	
	0°水平	1,964	1,272	2,661	0.65	是
	45°斜面	1,812	1,383	2,420	0.76	
	90°垂直	1,511	1,243	2,293	0.82	



單人 閱讀桌 編號	照度數據					使用桌燈
	0.75m 工作面照度值(lx)					
	走道平均照度955 lx					
	測量角度	平均照度	最小照度	最大照度	均齊度	
5	0°水平	1,248	1,102	1,409	0.88	否
	45°斜面	1,378	1,305	1,491	0.95	
	90°垂直	1,279	1,146	1,439	0.90	
	0°水平	1,810	1,554	2,212	0.85	是
	45°斜面	1,826	1,522	2,433	0.83	
	90°垂直	1,648	1,401	2,071	0.85	
6	0°水平	1,285	1,116	1,394	0.87	否
	45°斜面	1,249	1,077	1,370	0.86	
	90°垂直	1,049	973	1,102	0.93	
	0°水平	1,637	1,324	2,370	0.81	是
	45°斜面	1,641	1,342	2,510	0.83	
	90°垂直	1,306	1,080	1,399	0.83	
7	0°水平	813	633	913	0.78	否
	45°斜面	785	628	871	0.72	
	90°垂直	794	577	861	0.73	
	0°水平	1,300	807	2,070	0.64	是
	45°斜面	1,229	845	1,942	0.71	
	90°垂直	989	758	1,524	0.77	
8	0°水平	818	765	908	0.94	否
	45°斜面	1,013	774	1,148	0.76	
	90°垂直	909	703	1,114	0.77	
	0°水平	1,449	986	2,242	0.68	是
	45°斜面	1,492	926	2,322	0.62	
	90°垂直	1,153	720	1,582	0.62	

單人 閱讀桌 編號	照度數據					使用桌燈
	0.75m 工作面照度值(lx)					
	走道平均照度955 lx					
	測量角度	平均照度	最小照度	最大照度	均齊度	
9	0°水平	881	663	1,031	0.75	否
	45°斜面	933	729	1,038	0.79	
	90°垂直	763	597	833	0.76	
	0°水平	1,578	1,024	2,311	0.65	是
	45°斜面	1,492	1,033	2,383	0.72	
	90°垂直	944	698	1,531	0.74	
10	0°水平	1,037	881	1,240	0.85	否
	45°斜面	1,280	828	1,576	0.65	
	90°垂直	1,208	797	1,392	0.66	
	0°水平	1,737	1,240	2,671	0.71	是
	45°斜面	1,807	1,196	1,805	0.66	
	90°垂直	1,367	864	1,756	0.63	
11	0°水平	976	736	1,237	0.75	否
	45°斜面	1,072	762	1,225	0.71	
	90°垂直	846	552	978	0.65	
	0°水平	1,522	1,142	2,511	0.75	是
	45°斜面	1,432	1,079	2,482	0.75	
	90°垂直	1,041	837	1,873	0.82	
12	0°水平	679	464	1,021	0.68	否
	45°斜面	811	511	1,123	0.63	
	90°垂直	766	476	1,066	0.62	
	0°水平	1,303	881	2,022	0.68	是
	45°斜面	1,328	816	2,177	0.61	
	90°垂直	935	737	1,304	0.79	



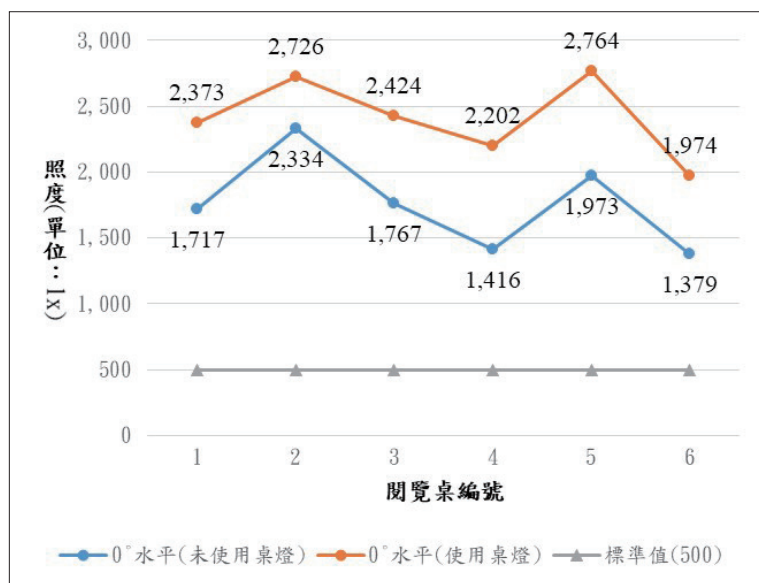
單人 閱讀桌 編號	照度數據					使用桌燈
	0.75m 工作面照度值(lx)					
	走道平均照度955 lx					
	測量角度	平均照度	最小照度	最大照度	均齊度	
13	0°水平	767	682	1,025	0.89	否
	45°斜面	963	534	1,166	0.55	
	90°垂直	858	459	975	0.53	
	0°水平	1,356	836	1,754	0.62	是
	45°斜面	1,423	886	1,974	0.62	
	90°垂直	1,071	788	1,386	0.74	
14	0°水平	995	763	1,088	0.77	否
	45°斜面	1,100	874	1,224	0.79	
	90°垂直	909	777	985	0.85	
	0°水平	1,392	924	1,883	0.66	是
	45°斜面	1,411	884	1,961	0.63	
	90°垂直	992	701	1,285	0.70	

表十 研究室各研究桌工作區之照度。

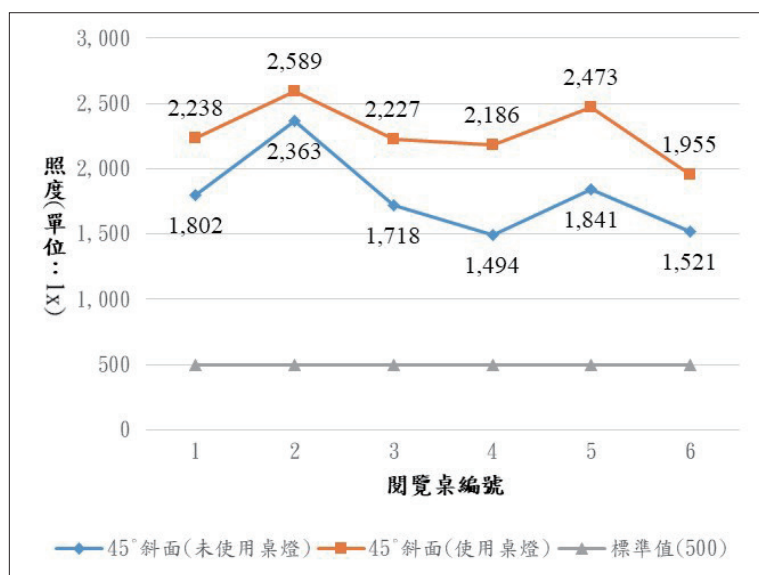
閱讀桌編號	照度數據				
	0.75m 工作面照度值(lx)				
	測量角度	平均照度	最小照度	最大照度	均齊度
1	0°水平	1,060	781	1,427	0.74
	45°斜面	1,227	1,067	1,273	0.87
	90°垂直	1,058	863	1,147	0.82
2	0°水平	1,248	1,022	1,318	0.82
	45°斜面	1,228	1,059	1,440	0.86
	90°垂直	1,085	833	1,314	0.77
3	0°水平	1,337	1,161	1,571	0.87
	45°斜面	1,256	1,142	1,342	0.90
	90°垂直	1,107	945	1,210	0.85

閱讀桌編號	照度數據				
	0.75m 工作面照度值(lx)				
	測量角度	平均照度	最小照度	最大照度	均齊度
4	0°水平	1,313	1,016	1,583	0.77
	45°斜面	1,164	962	1,255	0.83
	90°垂直	976	948	1,013	0.97
5	0°水平	1,215	975	1,443	0.80
	45°斜面	1,108	881	1,216	0.80
	90°垂直	837	708	888	0.85
6	0°水平	1,982	1,708	2,800	0.86
	45°斜面	1,930	1,721	2,620	0.89
	90°垂直	1,758	1,510	2,225	0.86
7	0°水平	2,171	1,785	2,771	0.82
	45°斜面	1,965	1,721	2,619	0.88
	90°垂直	1,694	1,414	2,501	0.83
8	0°水平	1,752	1,354	2,197	0.77
	45°斜面	1,639	1,242	2,042	0.76
	90°垂直	1,392	1,055	1,944	0.76
9	0°水平	1,663	1,354	1,867	0.81
	45°斜面	1,571	1,242	1,844	0.79
	90°垂直	1,285	1,066	1,742	0.83
10	0°水平	1,752	1,590	1,884	0.90
	45°斜面	1,585	1,327	1,627	0.84
	90°垂直	1,165	956	1,361	0.82

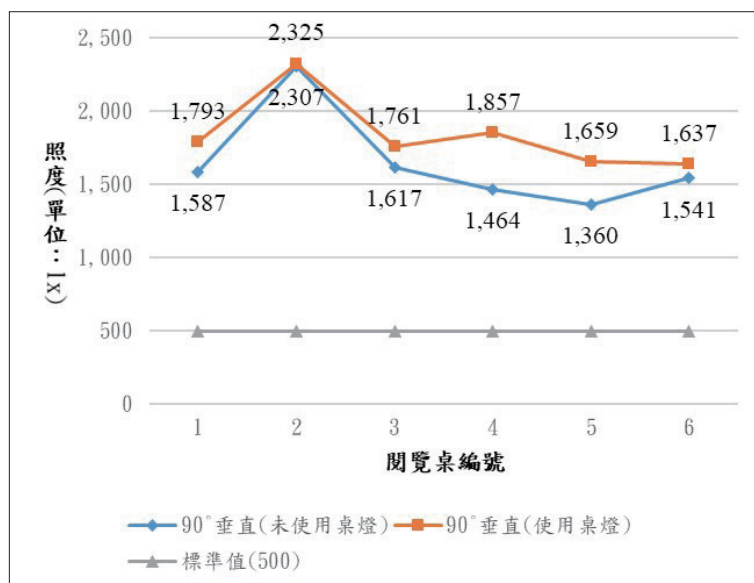
CNS照度標準（圖八）中，圖書閱覽室照度不足500 lx的情況下，可用局部照明取得該照明度，通過實測發現使用局部照明提高照度的方法，雖會提高平均照度，但會顯著的降低均齊度，在照明充足且無遮蔽物的情況下，尤為明顯，以表八中雙人閱讀桌工作面之照度計算後的均齊度為例（圖二十五~二十七），均有不同程度的下降，易造成閱讀的視覺疲勞。



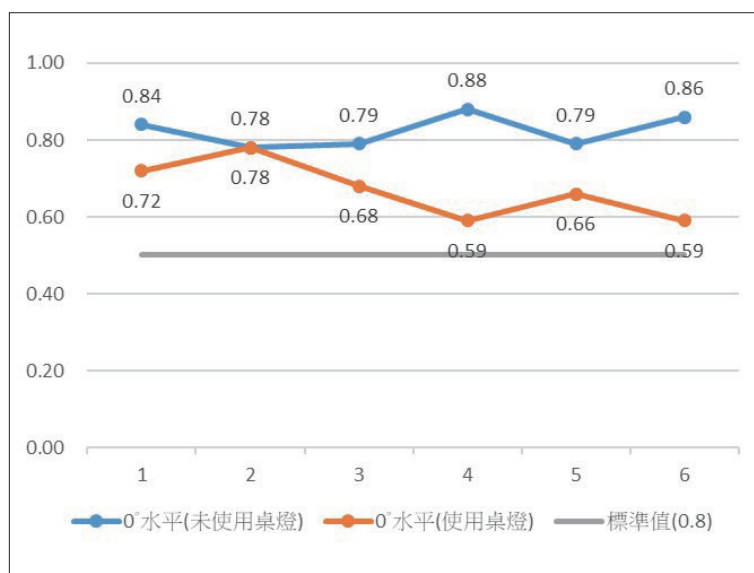
圖二十二 閱覽區的雙人閱覽桌0°工作面照度測量值



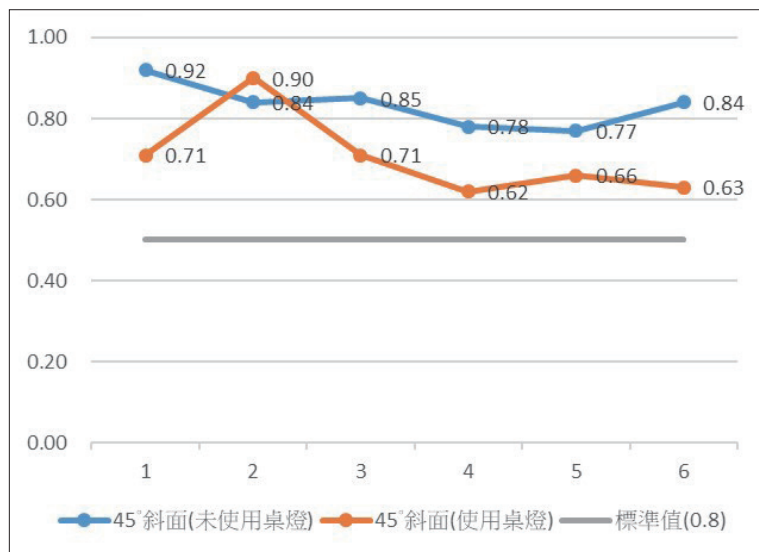
圖二十三 閱覽區的雙人閱覽桌45°工作面照度測量值



圖二十四 閱覽區的雙人閱覽桌90°工作面照度測量值



圖二十五 閱覽區的雙人閱覽桌0°工作面照度之均齊度



圖二十六 閱覽區的雙人閱覽桌45°工作面照度之均齊度



圖二十七 閱覽區的雙人閱覽桌90°工作面照度之均齊度

以雙人閱讀桌工作面0°時，均齊度差異性最大的編號4閱覽桌，依圖十七閱覽桌的工作區作業距離，以長180公分、寬75公分的劃分為18個區塊，測量每一區中心的照度（表十一、十二），可發現現有的桌燈設計，所提升的照度距離中心長超過50公分的區塊，讀者常使用距離中心長25公分的作業區，反而無法得到設計預想的照明補充。

表十一 閱覽區編號1雙人閱覽桌桌面工作區未使用局部照明燈具之照度。

	照度值					
距離	30cm	60cm	90cm	120cm	150cm	180cm
75cm	1825	1759	1627	1633	1596	1574
50cm	1817	1721	1684	1596	1572	1526
25cm	1833	1769	1654	1567	1527	1521

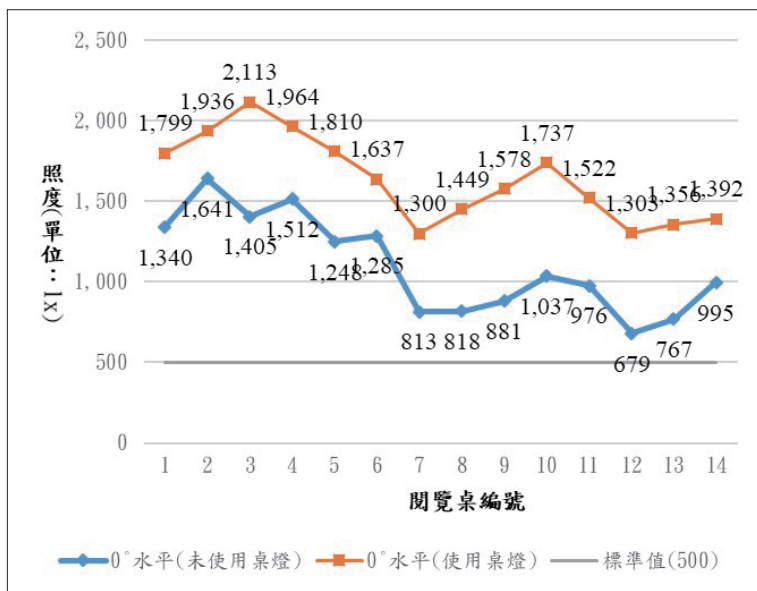
表十二 閱覽區編號1雙人閱覽桌桌面工作區使用局部照明燈具之照度。

	照度值					
距離	30cm	60cm	90cm	120cm	150cm	180cm
75cm	2373	2897	3237	2726	2377	2269
50cm	2177	2443	2298	2296	2174	2036
25cm	1976	1972	1799	1891	1807	1869

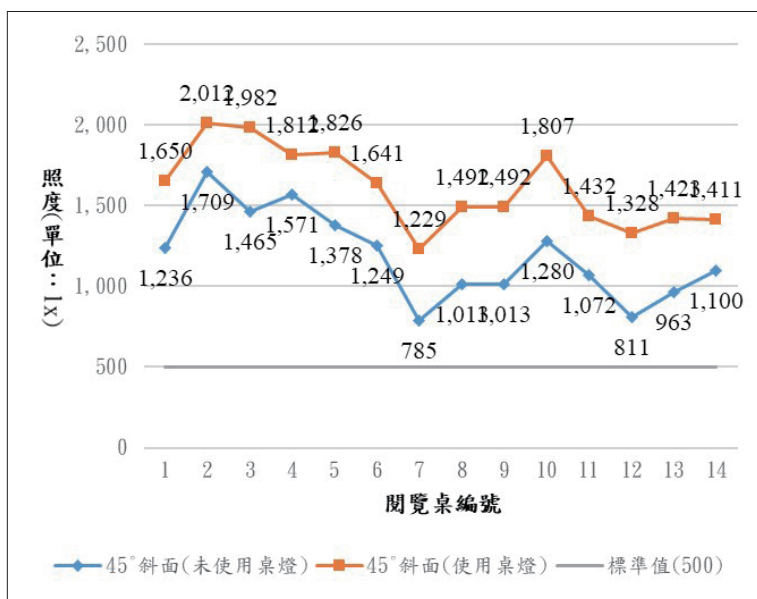
若環境中有遮蔽物阻擋照明光源，造成閱覽桌工作面的照明降低時，使用局部照明以提高工作面的照度，則可提升工作面照度之均齊性，以表九中單人閱覽桌工作面 0° 及 45° 的均齊度為例，其中編號11、12、13的閱覽桌，受造型帷幕遮擋光源的影響（圖二十八），使閱覽桌工作面的局部照度降低，使用桌燈做為局部照明，可使均齊度得到改善，且閱讀角度越大時越為明顯，可優化桌面整體照明的均勻度（圖三十四）。



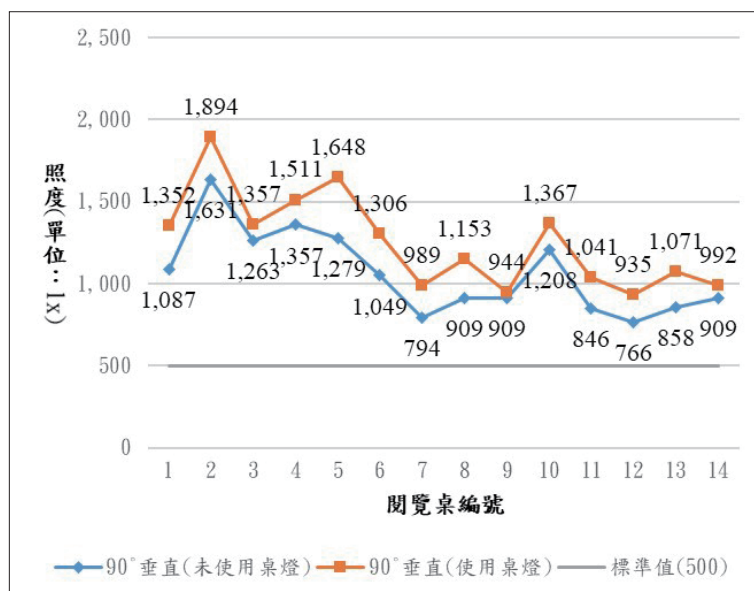
圖二十八 單人閱覽桌因造型帷幕遮擋部分光源



圖二十九 閱覽區的單人閱覽桌0°工作面照度測量值

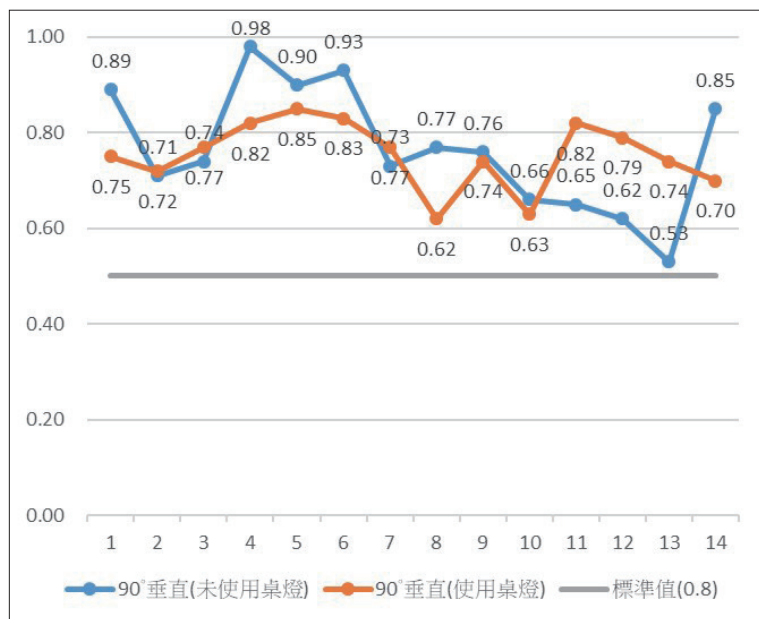


圖三十 閱覽區的單人閱覽桌45°工作面照度測量值



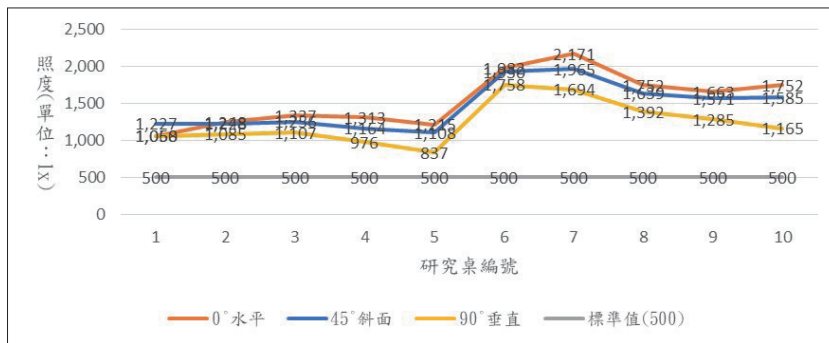


圖三十三 閱覽區的單人閱覽桌45°工作面照度之均齊度

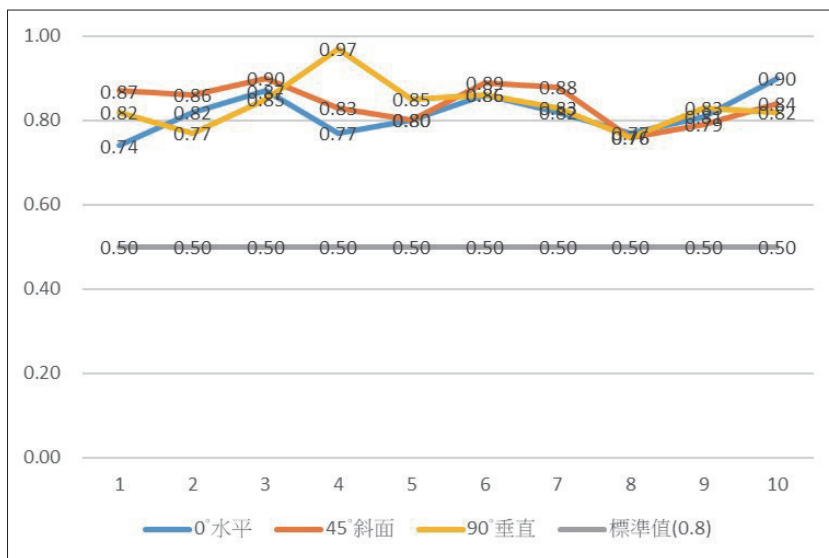


圖三十四 閱覽區的單人閱覽桌90°工作面照度之均齊度

而研究室空間，以自然光為環境主要照明光源，因此桌面照度會受到如：玻璃帷幕面積大小與框架、建築樑柱、窗簾遮光度及日光照射角度不同等影響，其中玻璃帷幕面積是影響照度的重要項目，照度在某一距離上與光源的亮度成正比，而與距離的平方成反比，距離光源較遠的桌面照度會減少許多，以研究室的桌面之 0° 、 45° 、 90° 照度值為例（表十），桌面的平均照度與均齊度會隨玻璃帷幕距離的遠近，而出現差異（圖三十五），所以桌面照度需要人工光源的輔助，並依接收到的自然光照度進行調整，以提高桌面照明的均齊度（圖三十六）。



圖三十五 研究室的研究桌工作面之照度測量值



圖三十六 研究室的研究桌工作面之照度均齊度

閱覽區亦是以自然光源為主要環境照明，其桌面的照度與採光的玻璃帷幕高度及面積有顯著關連性，閱覽區的玻璃帷幕高度為8.75m，位於玻璃帷幕旁的雙人2號桌平均照度值為2,334 lx；而距離玻璃帷幕4.6m的單人4號桌平均照度值為1,416 lx；距離玻璃帷幕7.6m的單人9號桌平均照度值僅為1,037 lx，圖二十九顯示距離玻璃帷幕後8.75m之編號7、8桌的工作面平均照度值則大幅度降低，距離最遠的單人7號桌照度值為813 lx，僅有玻璃帷幕旁閱覽桌約1/3，且照度的遞減並非線性的，需經現場實際測量。

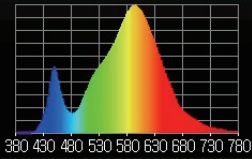
而玻璃帷幕高度為3.6m的研究室，此現象更為顯著，圖三十五顯示靠玻璃帷幕側的研究桌（編號6~9）平均照度高出另一側（編號1~5）約1/3的500 lx，經實際測量所顯示的照度遞減現象，可供使用環境自然光為主要照明光源設計時重視參考。

三、色溫與演色性測量數據分析

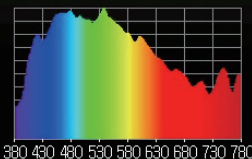
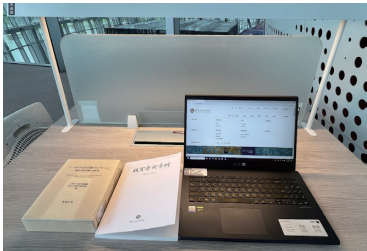
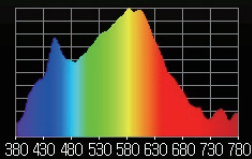
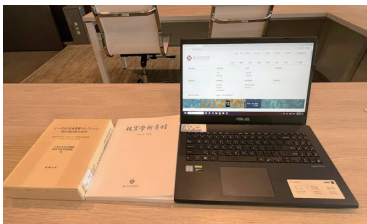
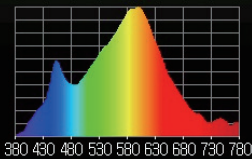
人工光源的照明數據的重要指標除光量與功耗，還有演色性及色溫，因光源色溫度的高低變化，會使光源有不同的顏色，也給人不同的感覺。在心理影響方面，光源色溫度4000K之環境予人較為舒適的感受，光源色溫度6500K的設定最具警醒效果（劉彥夫，2009）。依CNS 12112建議圖書館照明需有80或以上的演色性，以下就現場實測數據進行分析：

表十三 燈具的色溫與演色性

光源	色溫與演色性	
	燈具	光譜數據
炭燈	 陶瓷複金屬燈	色溫 2817 演色性 83.4 照度 2170 BL% 13.28 λp nm 599 λpV mW/m² 70.91

光源	色溫與演色性	
	燈具	光譜數據
桌燈	 2尺led燈	色溫 K 3203 演色性 74.9 照度 lx 1276 BL% 14.78 λ_p nm $\lambda_p V$ mW/m² 595 25.56 

表十四 閱覽區與研究室照明環境的色溫與演色性

空間	照明環境的色溫與演色性	
	數位相機拍攝結果	光譜數據
閱覽區		色溫 K 6615 演色性 93.4 照度 lx 810.9 BL% 31.30 λ_p nm $\lambda_p V$ mW/m² 537 13.06 
閱覽區 (使用桌燈)		色溫 K 4468 演色性 87.3 照度 lx 1245 BL% 25.71 λ_p nm $\lambda_p V$ mW/m² 583 20.32 
研究室		色溫 K 3728 演色性 82.8 照度 lx 783.5 BL% 20.34 λ_p nm $\lambda_p V$ mW/m² 599 14.16 

經實際檢測閱覽區與研究室的燈具、閱覽桌照明之色溫及演色性數據資料，如表十三、十四所示，其中桌燈之演色性僅有74.9，未符合CNS 12112建議之80或以上的演色性要求，而閱覽區之桌面照明演色性未使用桌燈前為93.4，使用桌燈後為87.3，研究室之桌面工作區則為82.8，均合乎要求。

經由表十四中數位相機拍攝結果的比較，顯示色溫與螢幕的顯色性有相關性，當環境光的色溫高於顯示器色溫時，螢幕上顯示的圖片則偏黃（表十四中閱覽區），而環境中光源的色溫低於顯示器色溫時，會感到螢幕上的圖像偏藍（表十四中閱覽區使用桌燈）。在不同色溫與演色性的主觀感受方面，由數位相機拍攝結果顯示，紙本書籍在色溫較高時，圖像會偏藍，而色溫較低時，將會有紅色，黃色或其他暖色調顏色的感覺。

綜上所述，規劃照明環境時，應以符合工作任務的照明需求為首要目標，以需要高度集中注意力的閱讀行為而言，需達到500 lx的最低標準照度水準，以滿足能看清圖書或顯示螢幕的目的，有助提高閱讀的效率並可減少眼睛疲勞。評估閱覽桌照明環境的良莠時，應以照度為優先指標，並將桌面平均照明度、均齊度、光源色溫及演色性、眩光、人因工程學等因素納入考量，而相關數據資料是評估照明環境之滿意度、舒適度之重要指標。

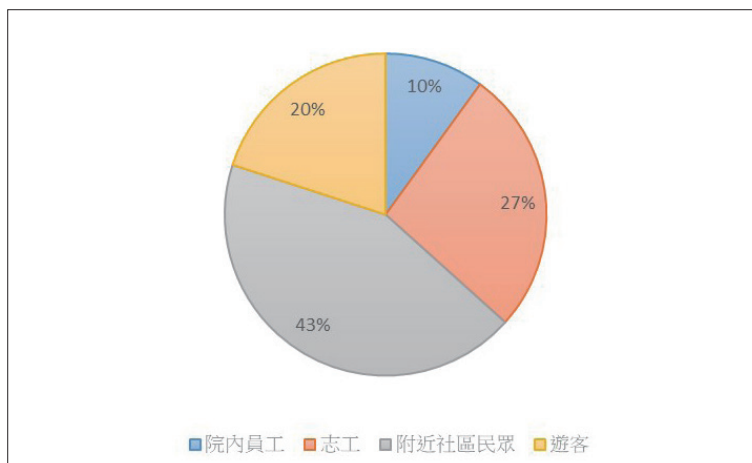
伍、讀者在交互閱讀方式下使用閱覽桌照明的滿意度問卷分析

本次調查問卷內容設計包含讀者基本資料、交互閱讀使用情況、人因數據及閱覽桌照明環境滿意度等四方面的題目設計。調查對象為16歲以上不同年齡段的成年讀者，並以結構式問卷的方式，隨機選擇30位在館讀者填寫問卷，並且不重複，保證百分之百收回。

一、讀者基本資料統計分析

這部分內容主要是對讀者的基本資料，包含讀者類型、性別、年齡、身高、圖書館使用頻率等進行調查，統計分析如下：

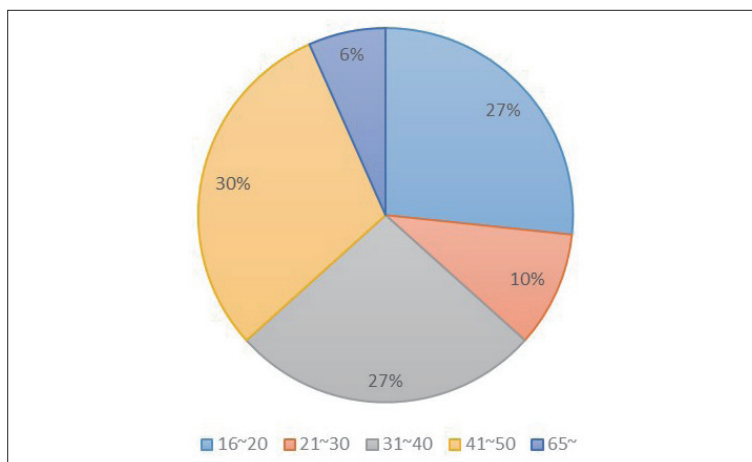
(一) 讀者類型：目的在調查圖書館使用者的身分別，選項為（院內員工）、（志工）、（附近社區民眾）、（遊客），樣本數分別為3、8、13、6位，以（附近社區民眾）樣本數最高，如圖三十七所示。



圖三十七 讀者類型比例圖

(二) 性別：共計有男性讀者21位，女性讀者9位，所占比例分別為70%和30%。

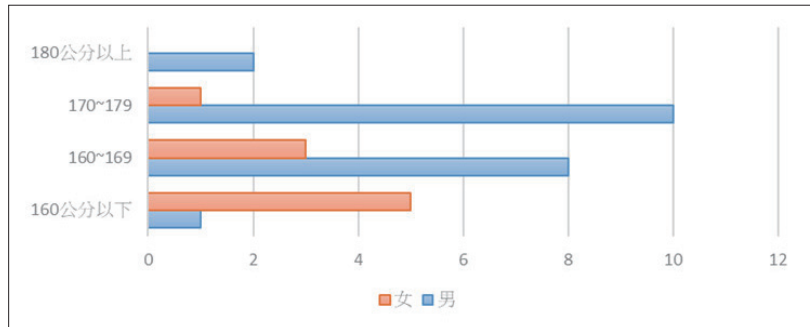
(三) 年齡：共分為（16~20）、（21~30）、（31~40）、（41~50）及（65歲以上）等5個區間，樣本數分別為6、3、8、9、2位，其中41~50歲的讀者比例最高，比例為30%，如圖三十八所示。



圖三十八 讀者年齡比例圖

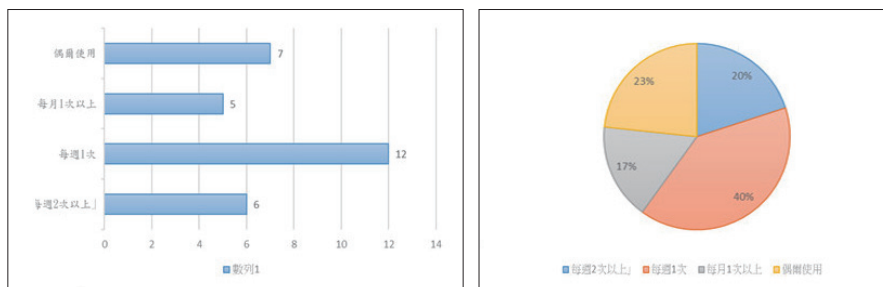
(四) 身高：目的在調查讀者的人因工學資料，作為爾後設備規劃時的參考，選項分為（160公分以下）、（160~169）、（170~179）、（180公分以上），獲得樣本數為（160公

分以下) 6位、(160~169) 9位、(170~179) 13位、180公分上者2位，讀者身高以(170~179) 區段最多，占樣本的43%，高於國內常用的人體計測資料庫的男性平均身高值168.773公分，男女身高統計如圖三十九。



圖三十九 讀者身高統計

(五) 圖書館使用頻率：調查讀者使用圖書館及設備的頻率，分為(每週2次以上)、(每週1次)、(每月1次以上)、(偶爾使用)等4個區間。其中使用頻率在(每週2次以上)的有6位，與讀者類型進行交叉比對，這部分讀者多為院內同仁及志工；而頻率為(每週1次)的讀者共12位，與讀者類型進行交叉比對，這部分讀者多為圖書館周邊民眾，說明南院圖書館為附近民眾使用的頻率較高；「偶爾使用」圖書館的樣本數為7位，此部分讀者多為參觀博物館的遊客(圖四十)。

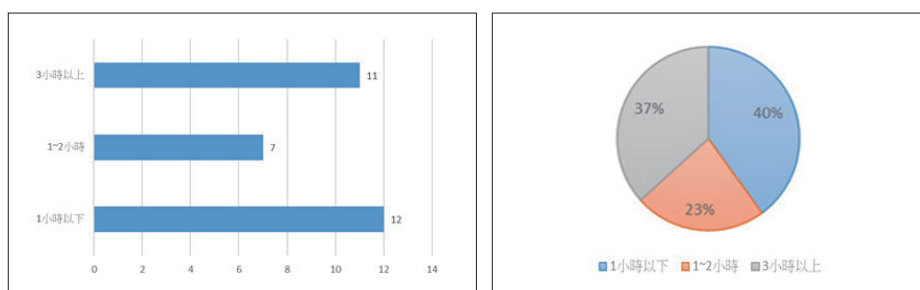


圖四十 圖書館使用頻率的統計與比例圖

二、讀者閱讀與使用資料統計分析

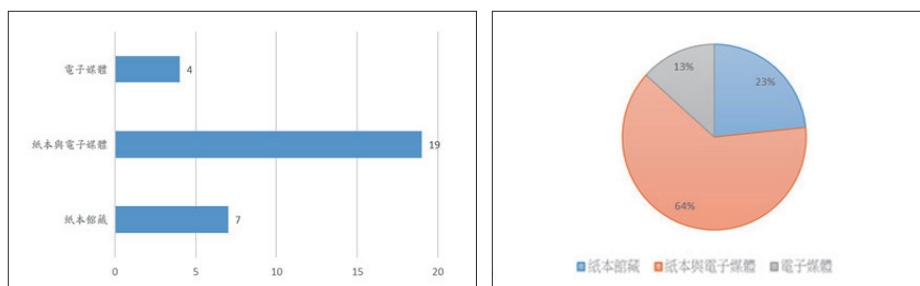
此題為調查讀者的閱讀使用情形，包含使用空間、閱讀時間、媒體、方式及使用電子閱讀媒體之種類等，分析如下：

- (一) 使用空間：在30份樣本中，使用閱覽區的樣本數為21位，使用研究室的樣本數為9位。
- (二) 閱讀時間：視覺疲勞是一段的使用時間才產生的症狀，因此過短的使用時間，不易有因閱讀造成的眼睛不適情況，選項分為（1小時以下）、（1~2小時）、（3小時以上）等3個區間，30位樣本中1小時以下者12位，1~2小時者7位，3小時以上者11位，占40%，如圖四十一所示。



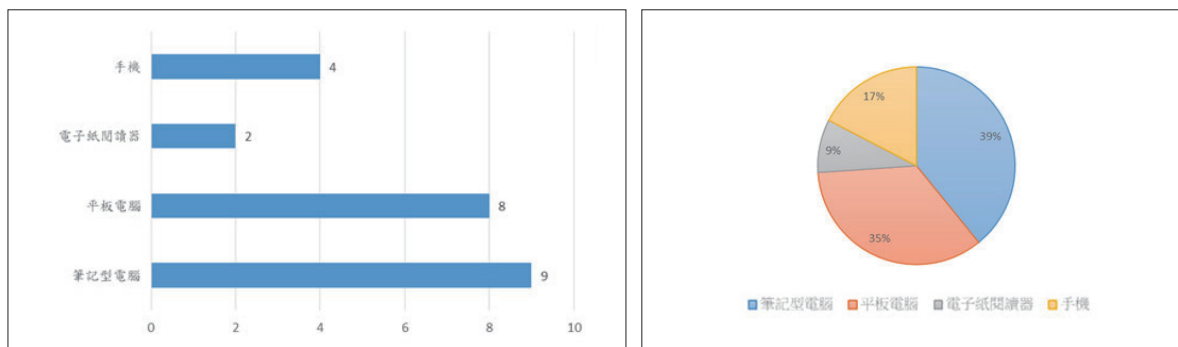
圖四十一 閱讀時間統計與比例圖

- (三) 閱讀媒體：本題為調查讀者交互閱讀的比例，選項分為（紙本館藏）、（紙本與電子媒體）、（電子媒體），獲得樣本數分別為：7位使用紙本館藏，19位使用紙本與電子媒體，4位為電子媒體，有交互使用的樣本比例占64%（圖四十二）。顯示交互閱讀已成為讀者常用的閱讀行為；與閱讀時間進行交叉比對，在（紙本與電子媒體）者19位中，有13位閱讀時間超過1小時以上，屬於長時間閱讀使用，故良好的照明以減少讀者使用中的疲勞，是應重視的議題。與使用空間選項進行比對，在19位交互閱讀的樣本中，有14位使用閱覽區閱覽桌，佔使用該空間樣本數的67%，而9位使用研究室的研究桌，佔100%，顯示交互閱讀者需要較大的閱讀桌面。



圖四十二 閱讀媒體的統計與比例圖

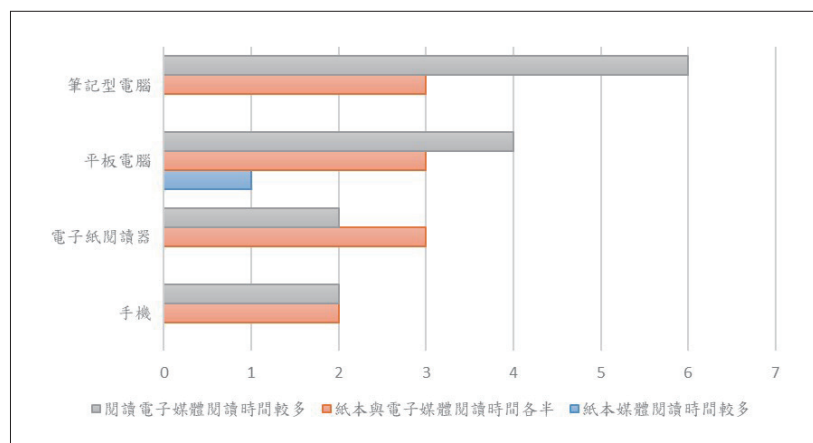
(四) 使用電子閱讀媒體的類型：此項目在調查讀者使用BYOD的類型，選項為（筆記型電腦）、（平板電腦）、（電子紙閱讀器）、（手機），在23位樣本（扣除7位只使用圖書的樣本）中，有9位使用（筆記型電腦）、8位使用（平板電腦）、2位使用（電子紙閱讀器）、4位使用（手機），由樣本數統計顯示（圖四十三），平板電腦與電子紙閱讀器及手機等便於攜帶的裝置，逐漸趨取代筆記型電腦成為讀者使用BYOD的主流，而值得注意的是平板電腦與手機的螢幕多具有隨照明環境照度強弱自動調整螢幕亮度的功能，減少與紙本檔閱讀的對比差異，不需要環境光源配合VDT降低照度，另讀者使用的電子紙閱讀器有部分機型可以關閉背光使用環境照明觀看螢幕，如紙本圖書。另須注意這些裝置的螢幕使用者多會安裝玻璃保護貼，容易造成眩光問題。



圖四十三 使用電子閱讀媒體的類型的統計與比例圖

(五) 紙本與電子媒體交互閱讀的不同媒體的閱讀時間比例：選項為（紙本媒體閱讀時間較多）、（紙本與電子媒體閱讀時間各半）、（電子媒體閱讀時間較多），在19位交互閱讀的讀者中，以（紙本媒體閱讀時間較多）的讀者有3位；以（紙本與電子媒體閱讀時間各半）的讀者有8位，（電子媒體閱讀時間較多）則有12位，顯示在交互閱讀中，有以使用電子媒體的時間較多，若以電子閱讀媒體的類型項目進行分析（圖四十四），在（紙本媒體閱讀時間較多）的讀者中，使用（平板電腦）的為1位，使用（手機）的為2位；在（紙本與電子媒體閱讀時間各半）的讀者中，使用（筆記型電腦）的為3位，使用（平板電腦）的為3位，使用（手機）的為2位；在（閱讀電子媒體閱讀時間較多）的讀者中，使用（筆記型電腦）的為6位，使用（平板電腦）的為4位，使用（電子紙閱讀器）的為2位，顯示在交互閱讀的使用情況中，有12位以使用閱讀電子媒

體的時間較長，占53%，而使用的裝置以筆記型與平板電腦為主，因此，在規劃交互閱讀閱覽桌時，應將VDT作業所需要照明及人因工程學等因素一併納入考量。



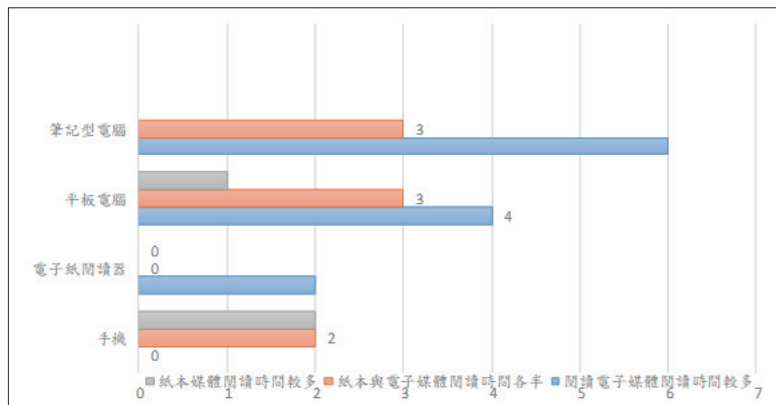
圖四十四 讀者交互閱讀中使用媒體的類型與時間分析圖

(六) 讀者閱讀方式：對讀者使用閱覽桌閱讀媒體的習慣進行統計，選項為

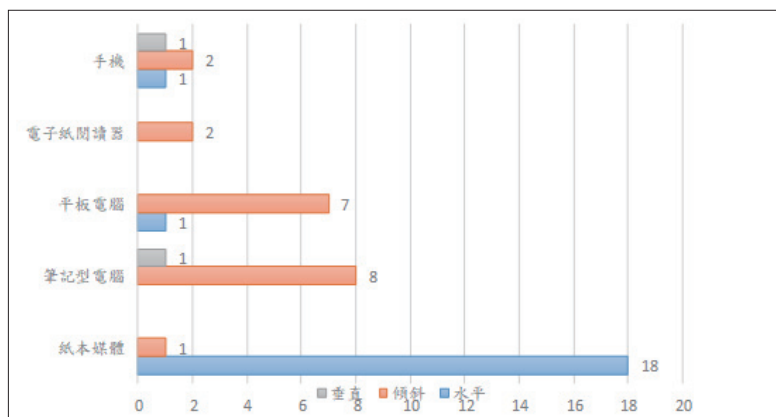
（水準閱讀）、（傾斜閱讀）、（垂直閱讀）等方式，依使用紙本與電子媒體的閱讀方式調查（圖四十五）。在閱讀紙本方面，習慣於水平（0°）閱讀的有22位，傾斜（45°）閱讀的有6位，垂直（90°）閱讀的有2位；而在電子媒體的閱讀方面，以水平（0°）閱讀方式的讀者有4位，傾斜（45°）閱讀方式者有25位，垂直（90°）閱讀的有1位。顯示使用傾斜閱讀的方式最多，故閱覽桌45°的照度，為多數讀者閱讀時的流明值，但國內外目前只有規範0°照度，對於45°傾斜面照度沒有統一標準，由圖二十二~三十六可發現在相同照明環境下，45°傾斜面的平均照度與均齊度，比0°時降低，此問題值得在後續圖書館規劃照明時納入考量。分析圖四十五可見使用紙本閱讀時以水平面閱讀的讀者占73%，而閱讀電子媒體時，使用傾斜閱讀為最常採用的閱讀方式，占83%；僅有10%使用垂直方式閱讀，因此，閱讀電子媒體的傾斜閱讀方式，應作為閱覽桌照度與人因研究的重點。

將本項數據與（紙本與電子媒體）交互閱讀的19位讀者，進行交叉分析，在閱讀紙本媒體時有18位讀者使用水平閱讀方式，1位使用傾斜閱讀方式；而閱讀電子媒體的類型方面，使用筆記型電腦的9位讀者中，有8位使用傾斜閱讀方式，1位使用垂直閱讀方式；使

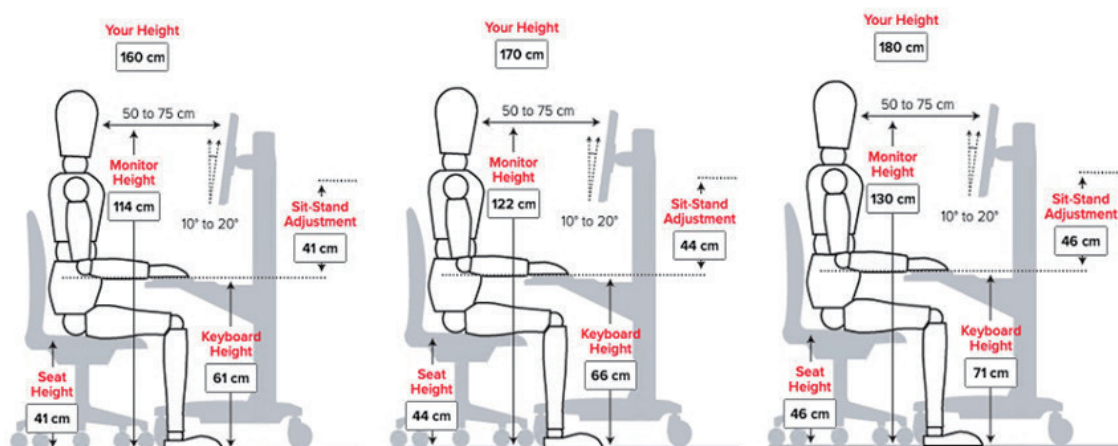
用平板電腦的8位讀者中，有7位使用傾斜閱讀方式，1位使用水平閱讀方式；使用電子紙閱讀器的2位讀者均採用傾斜閱讀方式；使用手機的4位讀者中，1位使用水平閱讀方式，2位使用傾斜閱讀方式，1位使用垂直閱讀方式。可發現在交互閱讀的使用行為中，讀者會採用不同的閱讀方式（圖四十六），由於閱覽桌工作面於水平、傾斜、垂直時之照度值均不同，過於頻繁的閱讀不同媒體，可能會因照度、對比的差異，產生視覺疲勞。從圖三不同媒體的閱讀方式，需要注意在交互閱讀時，因身高與座高的人因工學因素，不同身高需要不同座椅高度的配合（圖四十七），當切換不同媒體時，需要傾斜身體以變換觀看角度，由於座椅高度的影響，需長時間的傾斜身體，可能造成脖頸及椎間壓力的升高（圖四十八），而使背部不適，可配合調整高度的椅子，減少不適情形。



圖四十五 讀者交互閱讀中使用媒體的類型與時間分析圖（不同媒體交互閱讀行為下的圖書館）

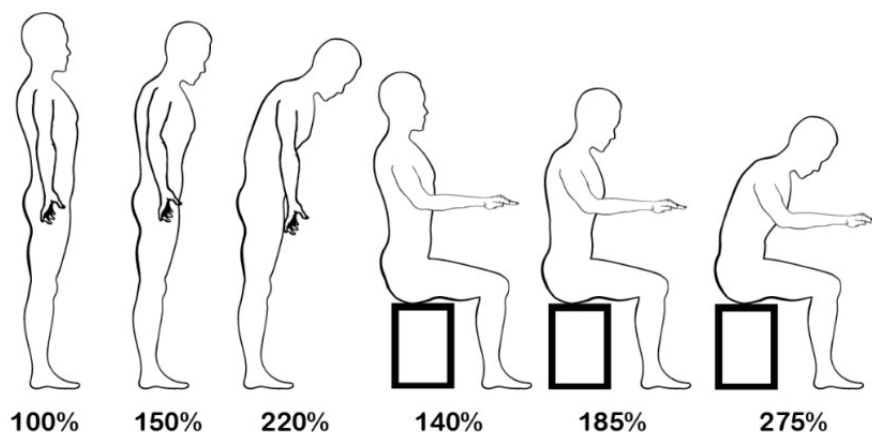


圖四十六 交互閱讀使用行為中不同媒體的閱讀方式統計圖（不同媒體交互閱讀行為下的圖書館）



圖四十七 配合身高160~180cm的椅面高度圖

資料來源：ergotron.(2023). DESK HEIGHT CALCULATOR ERGONOMIC WORKSPACE PLANNER. WORKSPACE PLANNER. Retrieved from <https://www.ergotron.com/tools/workspace-planner>



圖四十八 姿勢與椎間盤壓力的比較圖

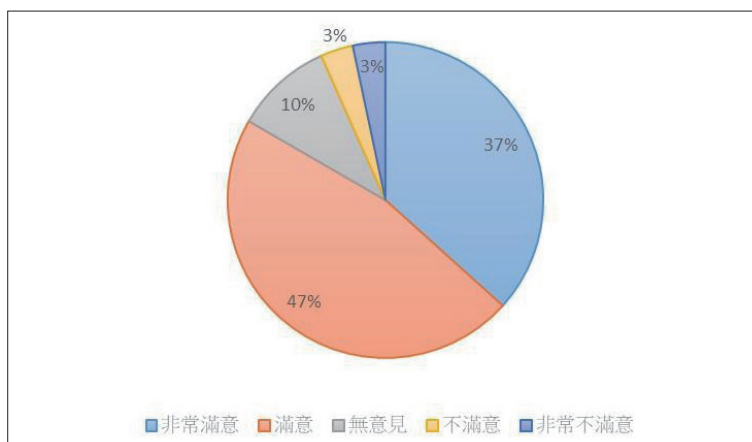
資料來源：Hoe, V.(2022). Getting it Right - Ergonomics in the Workplace. © 2023 Universiti Malaya. Retrieved from <https://spm.um.edu.my/2022/10/30/getting-it-right-ergonomics-in-the-workplace/>

三、讀者對圖書館照明環境滿意度分析

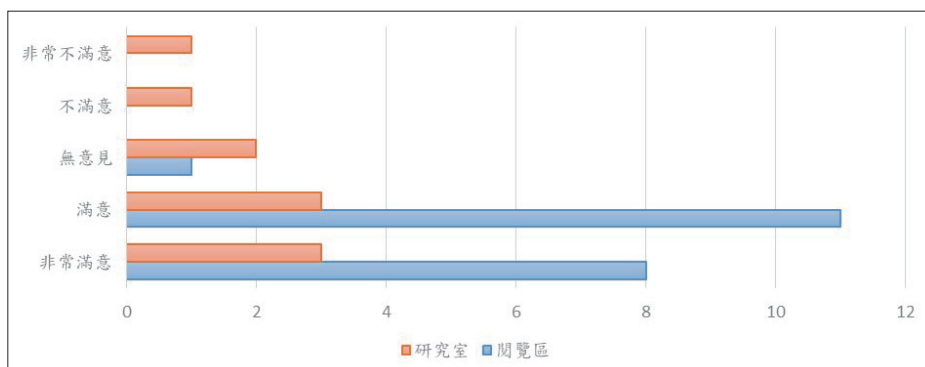
這部分問題的內容主要在調查讀者對閱覽桌照明環境的交互閱讀使用情況下的滿意度進行統計分析。

(一) 評估讀者對閱覽桌照明亮度的滿意度，選項為（非常滿意）、（滿意）、（無意

見)、(不滿意)、(非常不滿意)等5個評價級距,滿意度調查顯示(圖四十九), (非常滿意)的者有11位;(滿意)的有14位;(無意見)態度的有3位;認為(不滿意)的有1位;認為(非常不滿意)的僅有1位,滿意目前照明比例為84%,但仍有16%希望能提供更加舒適的閱覽桌照明。讀者對閱覽桌的照明亮度滿意度統計如圖五十所示。



圖四十九 閱覽桌的照明亮度滿意度比例圖



圖五十 閱覽區與研究室的閱覽桌工作面照明亮度滿意度統計圖

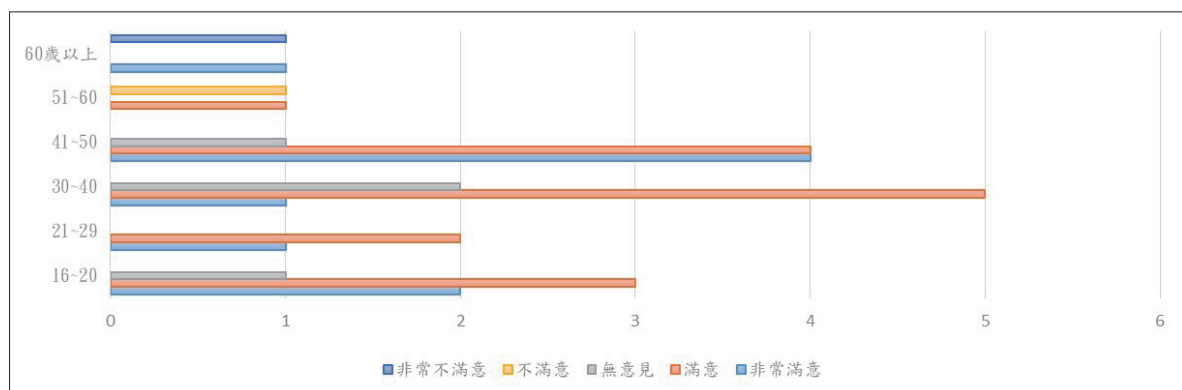
在評估照明亮度時,由於年齡的增長,視覺系統會逐漸退化,年齡越大越需更高的照度才能看清物件(表十五)(石曉蔚,1996),故應將年齡效應一併納入分析,將本項目與年齡及使用空間進行交叉分析(圖五十一),顯示30~40與41~50這兩個年齡區段的讀者對照度的滿意度最高,51~60與60以上兩個年齡區段的讀者則對照度的滿意度呈現兩級

化反應，將閱覽空間加入分析，發現不滿意與非常不滿意的讀者均使用研究室空間，研究桌工作面的照度比閱覽區的閱覽桌照度低（仍達到500 lx以上），且研究桌無桌燈等局部照明工具可加強照度，因此，建議使用照度較高的閱覽桌與加裝桌燈等局部照明工具，或設置專屬的閱讀桌供高齡使用者，提升其閱讀舒適性。

表十五 年齡與照明需要百分比表

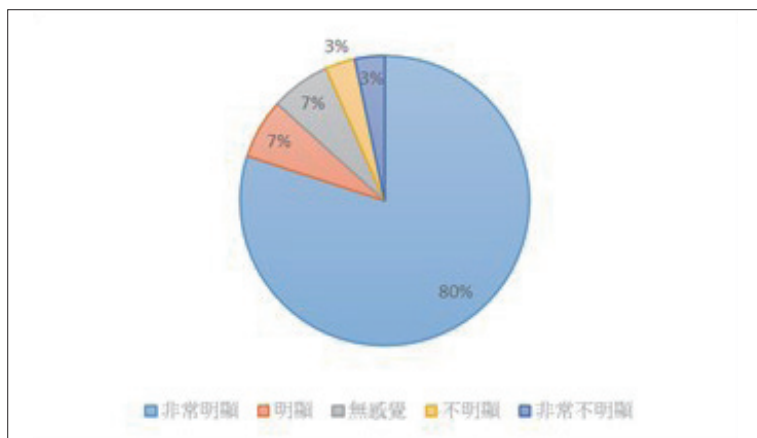
年齡	達相等工作速度/精確性所需之照明量（%）
40以下	100
40～50	150
50～60	200

資料來源：石曉蔚（1996）。室內照明設計原理。台北市：淑馨出版社



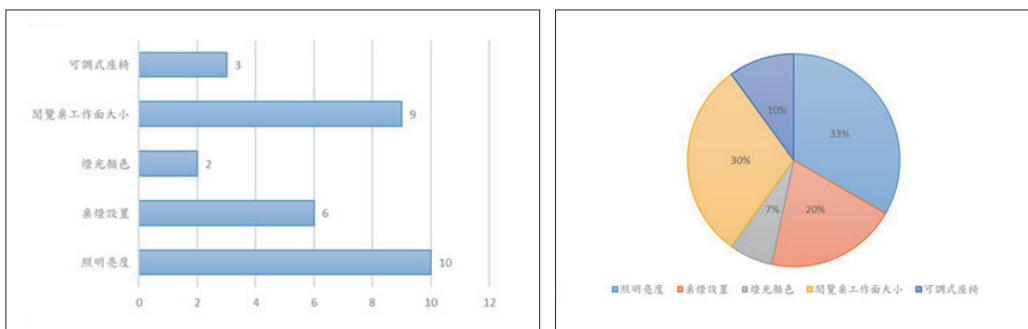
圖五十一 依年齡級距的閱覽桌照明亮度滿意度統計圖

(二) 通過問卷調查讀者對閱覽桌照明環境閱讀的主觀舒適性，以（非常明顯）、（明顯）、（無感覺）、（不明顯）、（非常不明顯）等5個評價級距，分析數據顯示（圖五十二），讀者對目前閱覽桌之工作面的照明情況，有24位認為現有的照度可以（非常明顯）提升自己的閱讀時的舒適性；在主觀舒適性的數據，有24位勾選（非常明顯）；2位勾選（明顯），另有2位認為（不明顯）與（非常不明顯），分析讀者年齡後，均為年長讀者，反應高亮度的照明環境能影響讀者的學習閱覽的視覺感受，且多數認為營造較高的照度環境，能提高閱讀舒適度，對減低視覺疲勞具較明顯作用。



圖五十二 讀者主觀閱讀舒適性比例圖

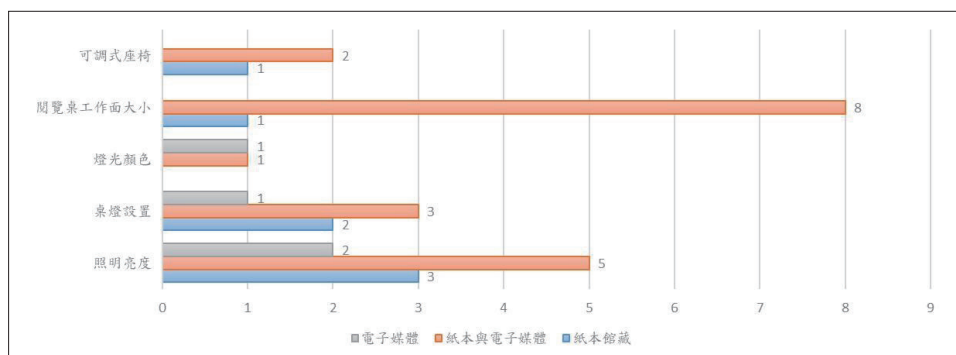
(三) 調查讀者選擇閱覽桌的原因，選項分為（照明亮度）、（桌燈設置）、（燈光顏色）、（閱覽桌工作面大小）、（可調式座椅）等5項因素，分析讀者選擇使用目前的閱覽桌之原因調查顯示如圖五十三所示，依序為：1.（照明亮度）最多人選擇，共計10位，占33%最高；2.其次為（閱覽桌工作面大小），共計9位；3.為（桌燈設置）共計6位；4.為（可調式座椅）共計3位；5.為（燈光顏色）共計2位。



圖五十三 讀者選擇閱覽桌的原因統計與比例

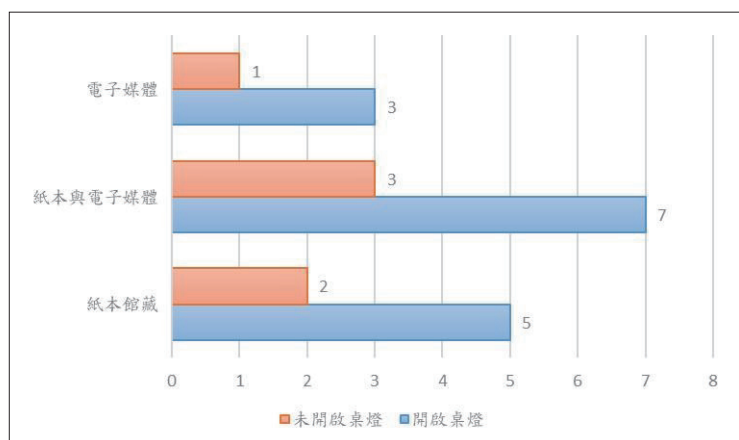
圖五十四可觀察到閱讀（紙本館藏）與（電子媒體）的讀者選擇閱讀桌時，在11位讀者中有5位選擇照明因素，顯示這兩種閱讀媒體較重視閱覽桌工作面的照明環境；而（紙本與電子媒體）交互閱讀行為的19位讀者中有8位選擇閱覽桌工作面大小因素，再納入使用空間選項中的使用研究室的9位讀者，均為交互閱讀的使用方式，反映交互閱讀行為的

讀者選擇閱讀桌時，更屬意工作面積較大的閱覽桌，其原因與交互閱讀行為中，需更多工作面積以放置不同的使用媒體之使用形態有關。



圖五十四 讀者選擇閱覽桌與閱讀媒體的分析圖

(四) 在照明充足時讀者使用閱覽桌桌燈的情況，閱覽區的單人與雙人閱覽桌，均有提供桌燈，提供環境自然光照度不足時，加強閱覽桌工作面的照度，使用閱覽區的21位讀者中，有17位使用閱讀桌時會開啟桌燈，占81%，顯示閱覽桌有提供桌燈的情況下，多數閱讀時會選擇將桌燈開啟。與讀者的閱讀媒體進行比對分析如圖五十五，顯示出閱覽桌在有配置桌燈的情況下，無論是紙本、交互或電子閱讀的使用行為，50%以上會開啟桌燈，再納入讀者對目前閱覽桌照明亮度的滿意度為84%，反映出讀者使用桌燈，不單只是為了加強照明，更多的可能原因是讀者的閱讀使用習慣。

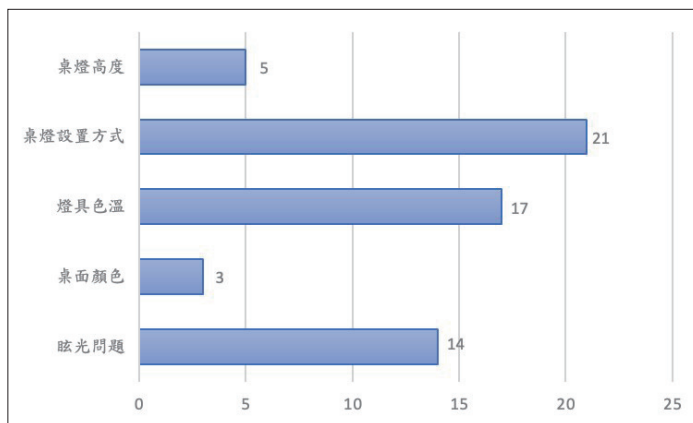


圖五十五 讀者使用閱覽桌桌燈情況與閱讀媒體的分析圖

(五) 調查目前閱覽桌的照明環境中，有哪些因素是讀者反應有待優化及改進之處，項目為複選題選項分為（眩光問題）、（桌面顏色）、（燈具色溫）、（桌燈設置方式）及（桌燈高度）等5項因素，並開放讀者填寫困擾使用的原因，經統計反應有待優化及改進項目如圖五十六：（眩光問題）的有14位；（桌面顏色）的有3位；（燈具色溫）的有17位；（桌燈設置方式）的有21位，占70%最高；勾選（桌燈高度）的有5位。

依照明的關聯性分析如下：

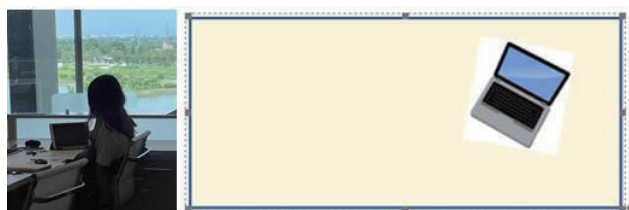
1. 反映最多待優化與改進的項目為（桌燈設置方式），其中9位是使用研究室的研究桌，目前無設置桌燈，希望能增設桌燈，而使用閱覽區閱覽桌的讀者反應，期望能將其固定式的桌燈改為檯燈型式的燈具，研究室讀者亦希望採用此型式的燈具。
2. 其次為（眩光問題），按閱讀媒體區分，僅有1位為閱讀紙本媒體，其餘13位都是使用閱讀電子媒體，再比較使用電子閱讀媒體的類型，可發現有9位是使用（平板電腦）與（電子紙閱讀器）及（手機），4位為使用（筆記型電腦），顯示（平板電腦）、（電子紙閱讀器）及（手機）類型的電子閱讀媒體，其螢幕多為亮面型式，造成（眩光問題）的比例高於（筆記型電腦），而目前（筆記型電腦）螢幕多數有進行AG（防眩光）塗層，它會擴散而不是反射環境光，能避免其他光源在觀看表面上產生眩光。



圖五十六 讀者反應有待優化及改進項目

讀者的使用行為也可能是造成眩光的原因，在分析讀者的閱讀方式後，讀者使用電子媒體方式是以傾斜閱讀為多數，而經由現場觀察發現，讀者在交互閱讀使用情況下，閱讀

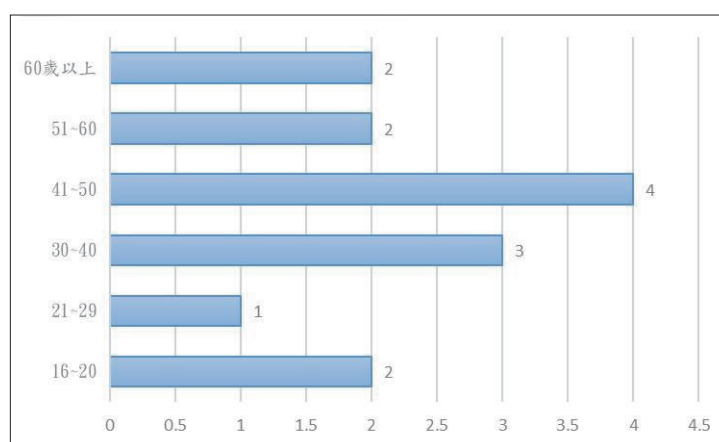
電子媒體時會採用圖五十七的方式觀看，使用圖中將電子媒體斜向 45° 面向使用者，以空出閱覽桌距離讀者中心長25公分的作業使用區域，供閱讀紙本圖書使用，這種裝置擺放方式易反射其他光源在觀看表面上產生眩光。



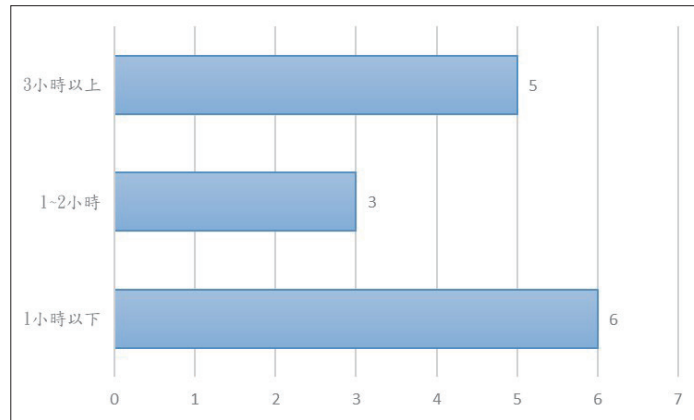
圖五十七 讀者使用閱覽桌桌燈情況與閱讀媒體的分析圖

將本項（眩光問題）與調查在照明充足時讀者使用閱覽桌桌燈的情況項目，進行比對後，勾選（開啟桌燈）的17位讀者中有12位也勾選（眩光問題），顯示在高亮度照明環境下，使用桌燈增加局部照明，除會降低工作面照度的均齊度，還易產生不舒適眩光，尤其在觀看方向上出現遠高於其它表面的亮度時，使眼睛不適。

通過分析（眩光問題）與讀者年齡及媒體使用時間，顯示年齡越大的讀者，反應（眩光問題）的比例越高如圖五十八所示，與閱讀使用時間無明顯關聯；由於對光的適應時間增長，年長者無法快速適應明、暗環境，故對眩光更為敏感，圖五十八亦顯出年齡越大的讀者勾選（眩光問題）的比例越高，具有正相關性；而圖五十九的數據反應（眩光問題）是因進入眼睛的光線過強，導致視覺影像對比的降低，與媒體使用時間無相對關聯。

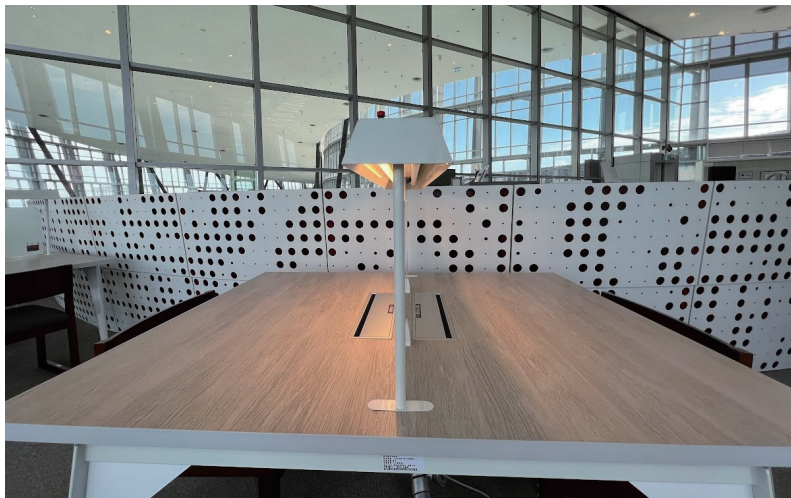


圖五十八 讀者年齡與（眩光問題）的分析圖



圖五十九 媒體使用時間與（眩光問題）的分析圖

3. 而勾選（桌燈高度）的5位讀者，也都有勾選（眩光問題），其中3位表示閱覽桌的燈具雖可自行控制是否開啟，但燈具的高度設置超過中間的隔板，會散射至另一邊工作面如圖六十，且光源散射的工作面範圍多為讀者放置電子閱讀媒體區域，而導致另一邊的讀者使用的電子閱讀媒體出現眩光現象。



圖六十 閱覽桌桌燈單邊開啟後的照明情況

4. 勾選（桌面顏色）與（燈具色溫）需要優化及改進的建議如：（桌面顏色）的意見有(1)工作面的顏色過淺，在陽光下反光有些刺眼；(2)桌面顏色與電腦及閱讀的圖紙

反差過大，閱讀時很不舒服；將讀者的意見配合其使用媒體項目進行分析，勾選（桌面顏色）選項需要改善的3位讀者，均是交互閱讀方式的讀者，1位使用（平板電腦）其設備外殼為白色，閱讀的紙本書刊印刷圖版也是淺色，由於淺色系的高反射率且工作面的顏色與閱讀媒體色彩接近，讓光源入射工作面的角度恰好等於讀者觀看的角度，出現形同光幕披蓋的現象，這會降低閱讀細節與背景的對比與能見度，稱為光幕反射（veiling reflection），常見於閱讀亮面銅版紙質與沒有消光塗層的螢幕，可藉改變燈具位置或閱讀角度而獲得改善。另2位使用（筆記型電腦）裝置外殼為黑色，使用的紙本書刊為本院出版圖錄顏色亦為深色，讀者反應桌面顏色與閱讀媒體對比過大，在照度相同的情況下，例如白底黑字，對比即為物體（黑字）與背景（白底）的反射比差異，差異愈大愈易觀看，但眼睛的視覺明暗、調適需要時間，而過於頻繁的明、暗適應易造成眼睛疲勞，導致視覺效能的減退，降低閱讀效率；3位讀者的閱讀時間，分別為：1位使用時間在1~2小時，2位為3小時以上，顯示對比差異與視覺調適，所造成的眼睛疲勞，會隨閱讀時間而增加有正關聯性。

5. 勾選（桌面顏色及燈具色溫）的讀者建議如下：（桌面顏色）的意見有(1)桌燈的顏色太黃了，讓白色的書看起來都舊了，能換成白光的嗎；(2)打開檯燈後，電腦螢幕上的畫面整個偏藍是不是台燈有藍光。勾選（燈具色溫）選項需要改善的17位讀者中，有11位交互閱讀方式的讀者、2位是電子閱讀、4位是紙本閱讀，而其中6位在閱讀的過程中都有使用桌燈，閱覽區照明環境的實測色溫為6,615K，桌燈燈具色溫為3,203K，而開啟桌燈後的工作面色溫為4,468K，比未開燈時下降2,147K，下降後環境色溫比VDT螢幕色溫低，故看起來偏藍；另57%的讀者希望將低色溫的光源改為高色溫，且無論是紙本、交互或電子閱讀方式都有很高比例，閱讀時喜歡較高的色溫。

綜上，閱讀行為中以交互閱讀的比例最高，使用電子閱讀媒體類型如（平板電腦）、（電子紙閱讀器）、（手機）等移動裝置，逐漸有取代傳統（筆記型電腦）的趨勢，通過問卷分析可知，傾斜閱讀是使用電子閱讀媒體的最主要閱讀方式，故斜面照度比垂直照度更大的影響讀者閱讀視覺舒適性，而目前CNS照度標準是以水平面測量值500 lx為標準，並無傾斜測量值的標準，可見傳統的VDT作業環境規劃，並不完全適用於讀者閱覽桌交互閱讀的使用方式，需納入更多照明因素與人因工學作為後期研究交互閱讀舒適性重點範圍。

陸、結論與建議

目前我們正處在紙本和電子閱讀時代的更替過渡中，讀者同時使用紙本與電子媒體的交互閱讀方式逐漸成為圖書館中的常態，而圖書館作為社會教育的場域，讀者在圖書館裡最常使用的設備當是閱覽桌，無論在閱讀、學習、討論等活動中，都是不可缺少的設備。

因此，一個適合紙本與電子媒體交互閱讀使用舒適的閱覽桌照明環境成為規劃必須項目，以因應當今讀者閱讀行為的需要。圖書館是成長的有機體，面對外部電子媒體及資訊傳播的快速變化，內部讀者閱讀行為的改變等各種挑戰，一般閱覽區的閱覽桌之照明與人因工學的規劃，應評估現今讀者在交互閱讀的使用行為與學習方式的需要，閱覽桌椅適切調整與更新，並於照明規劃、布置方式及設備之引進等方面重新思考。

本研究以故宮南部院區圖書館為例，對讀者在不同媒體交互閱讀後的閱讀、照明、人因工學及使用行為等方面進行資料分析，歸納規劃建議如下：

- 一、評估閱覽桌照明在交互閱讀使用時的視覺舒適性，照度與均齊度是滿意度的重要指標。因照度強弱影響眼睛看見物體時之可視性，而均齊度則影響閱讀時的視覺疲勞，光線分佈越均勻說明照度越好，視覺感受越舒適，兩者對整體視覺舒適度起著至關重要的作用。
- 二、傾斜閱讀是讀者目前使用電子媒體的主要閱讀方式，而在交互閱讀的使用過程中，閱讀電子媒體的時間較多，因此，規劃交互閱讀使用的閱覽桌時，工作面的斜面照度對讀者閱讀舒適性有較大影響，電子閱讀媒體螢幕傾斜角度 $45^{\circ}\sim 90^{\circ}$ 之間的照度值，應作為閱覽桌照明照度設計的重點。
- 三、CNS標準（CNS 12112）照度標準中，閱覽室照度為 $500\sim 750\text{ lx}$ ，而問卷調查顯示，與標準照度相比，有交互閱讀使用行為的讀者更滿意閱覽桌工作面 1000 lx 以上的照度，表現出明顯更高的閱讀工作效率。
- 四、在閱讀不同媒體時會採用不同的閱讀方式，由於閱覽桌工作面與座椅高度固定，當讀者在切換不同媒體時，因身高與座高的人因工學因素，需要傾斜身體以變換觀看角度，由於座椅高度的影響，需要長時間的傾斜身體，可能造成脖頸及椎間壓力的升高，而造成背部的不適，可配合可調整高度的椅子，減少身體不適的情形。
- 五、年齡越長越需要更高的照度才能看清物件，故在評估閱覽桌工作面照明亮度時，應將年齡效應一併納入分析之中，建議使用可調亮度之局部照明燈具，或設置高齡讀者專

屬的閱讀桌，以提升其閱讀舒適性。

六、交互閱讀行為的讀者在選擇閱讀桌時，更屬意工作面較大的閱覽桌，其原因與交互閱讀行為中需要更多工作面以放置不同的使用媒體之讀者使用形態有關。

七、固定式的桌燈改為可移動式的燈具，閱覽桌的工作區作業距離顯示固定式的桌燈無法讓交互閱讀的常用工作區域獲得較高亮度的局部照度，可使用可移動式的燈具，讓交互閱讀的工作區得到應有的照度。

八、問卷分析顯示無論是紙本、交互、電子閱讀方式，都有很高比例的讀者閱讀時都喜歡較高的色溫。

綜上所述，傾斜閱讀是讀者使用電子閱讀媒體的最主要閱讀方式，故傾斜照度比垂直照度更大的影響讀者閱讀的視覺舒適性，傳統的VDT作業環境規劃，並不完全適用於圖書館讀者使用閱覽桌交互閱讀的方式，納入更多照明因素與人因工學作為後期研究交互閱讀照明舒適性的重點，除照明環境的物理因素外，人的生理因素包括視覺調適與年齡效應亦需納入規劃考量。

參考文獻

王立雄、孔光燕、張麗娟、于娟、吳雨婷（2022）。照明環境對交互閱讀視覺和認知的影響。哈爾濱工業大學學報，54（11），67-77。

石曉蔚（1996）。室內照明設計原理。臺北市：淑馨出版社。

吳可久（2014）。數位時代趨勢下公共圖書館建築轉型。取自<https://tpl.ncl.edu.tw/NclService/pdfdownload?filePath=數位時代趨勢下公共圖書館建築轉型>

吳政軒（2016）。圖書館照明節能改善潛力之研究。取自<https://dspace.fcu.edu.tw/bitstream/2377/31619/2/M0417212104201.pdf>

李玉生（2000）。辦公建築室內照明環境與人員疲勞指標之相關性研究。臺北市：內政部建築研究所。

東亞照明（2023）。照明設計計算。照明資訊。取自http://www.chinaelectric.com.tw/knowledge_detail.php?nid=5

林巧敏（2006）。數位時代圖書館功能及角色的變遷。取自<https://nccur.lib.nccu.edu.tw/bitstream/140.119/98360/1/數位時代圖書館功能及角色的變遷.pdf>



- 林勇（1997）。《圖書館家具與設備》。臺北市：漢美。
- 林傑聖、林怡均（2013）。Action Learning到Mobile Learning：淺談行動學習的進化與可能之影響。《科學教育月刊》，365。取自<https://www.sec.ntnu.edu.tw/uploads/asset/data/62564042381784d09345bb45/02-102006-（知識）淺談行動學習的進化（修改）.pdf>
- 武童瑤（2018）。《圖書館照明環境下VDT閱讀舒適性主觀評價》（未出版之碩士論文）。天津大學建築學院：天津市。
- 唐硯漁、林榮泰（2005）。本土化人體計測資料應用於高中、國中、國小課桌椅設計之研究。《設計學報》，10（4）。19-33。
- 孫東升（2001）。網路環境下圖書館傢俱配置」。《山東圖書館季刊》，2，61。
- 徐周弘（2017）。光學特性與照明設計。取自<https://www.lighting.org.tw/images/File/Event1177.pdf>
- 教育部（2012）。取自<https://in.ncu.edu.tw/ncu57303/document/教育部學校照明節能改善參考手冊.pdf>
- 國家度量衡標準實驗室（2017）。光強度的單位：燭光（cd）。SI基本單位定義。取自<https://www.nml.org.tw/measurement/new-knowledge/3603-光強度的單位：燭光.html>
- 張一岑（1997）。《人因工程學》。臺北市：揚智文化。
- 張敬怡（2019）。《圖書館照明環境下耦合閱讀舒適性評價研究》。（未出版之碩士論文）。天津大學建築學院，天津市。
- 教育部（2021）。學校衛生工作指引（第五版-簡版）。取自<https://cpd.moe.gov.tw/articleInfo.php?id=2916>
- 教育部（2023）。詞條名稱：遠距教學。取自<https://pedia.cloud.edu.tw/Entry/WikiContent?title=遠距教學search=遠距教學>
- 郭琦（2017）。《基於不同閱讀媒體的圖書館閱覽空間照明環境分析研究》（未出版之碩士論文）。天津大學建築學院，天津市。
- 陳奇聳（2017）。照明節能概念。節能技術講習宣導會。取自https://www.hkeec.com.tw/metting_down.php?sn=155
- 陳明山、李建聰（2005）。《VDT工作站設計與評估》。行政院勞工委員會勞工安全。
- 陳昭珍（2016）。《圖書館經營：空間規劃》。取自<https://roc-taiwan.org/uploads/>

sites/99/2016/06/02-library.pdf

周鼎金、江哲銘（2004）。《學校教室照明與節能參考手冊》。臺北市：教育部08。

陳格理（1993）。《大學圖書館建築用後評估研究：以中原大學圖書館為例》。臺北市：捷太出版社。

陳格理（2023）。圖書館中閱覽桌的照明。取自<http://www.ilca.org.tw/sites/all/doc/1120106.pdf>

勞動部勞動及職業安全衛生研究所（2022）。電腦工作桌椅尺寸建議值。取自<https://www.ilosh.gov.tw/90734/90811/136452/90837/92863/post>

曾淑賢、繁運豐、張秀蓮（2008）。綠建築之規劃興建與用後評估研究--以臺北市立圖書館北投分館新建工程為例。臺北市立圖書館。取自<https://www-ws.gov.taipei/001/Upload/public/Attachment/04817264944.pdf>

亮度丞逸照明企業有限公司（2022）。照明術語列表。取自<https://beamteclighting.com.tw/blog/list-of-lighting-terms/>

維基百科（2022）。照度。取自<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/照度>

維基百科（2022）。顯色指數。取自<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/顯色指數>

劉彥夫（2009）。《桌上型人工光源之色溫與演色性對視覺績效及視覺疲勞影響之研究》。（未出版之碩士論文）。大同大學，臺北市。

鮑家聲（2003）。《世紀之途-我國圖書館建築設計模式演變與探索》。在2003海峽兩岸圖書館建築設計論文集。北京市：北京圖書館出版社。

龔蓉芬、鮑家聲（2010）。《圖書館建築求索：走向開放的圖書館建築》。北京市：中國建築工業出版社。

國家通訊傳播委員會（2023）。112年5月行動寬頻服務用戶數統計。取自https://www.ncc.gov.tw/chinese/news_detail.aspx?site_content_sn=5018&cate=0&keyword=&is_history=0&pages=0&sn_f=49106

BenQ Taiwan（2019）。什麼是色溫？它如何影響專業螢幕的色彩表現？。知識中心，科技趨勢與產品技術。取自<https://www.benq.com/zh-tw/knowledge-center/technology/monitor-what-is-color-temperature.html>

Bersin J.(2017). How do you define digital learning?. Retrieved from www.clomedia.com/2017/



- 06/11/define-digital-learning/
- CCOHS.(2018). Eye Discomfort in the Office. Office Ergonomics. Retrieved from https://www.ccohs.ca/oshanswers/ergonomics/office/eye_discomfort.html
- CCOHS.(2023). Lighting Ergonomics.OSH Answers Fact Sheets. Retrieved from https://www.ccohs.ca/oshanswers/ergonomics/lighting/lighting_general.pdf
- Dei, D.G.J.(2020). Assessing Adoption and Implementation of Mobile Technology-Based Library Services in Academic Libraries. *International Journal of Innovative Techonology and Exploring Engineering*, 9(3), 1669-1677. Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/De-Graft-Johnson-Dei-2/publication/338556106_Assessing_Adoption_and_Implementation_of_Mobile_Technology-Based_Library_Services_in_Academic_Libraries/links/5e1c9ebb4585159aa4ce6ac3/Assessing-Adoption-and-Implementation-of-Mobile-Technology-Based-Library-Services-in-Academic-Libraries.pdf
- George C.(2023). Lighting Ergonomics- The Ultimate Guide. Ergonomic Trends. Retrieved from <https://ergonomictrends.com/lighting-ergonomics-ultimate-guide/>
- Kumar Basak, S., Wotto, M., & Bélanger, P. (2018). E-learning, M-learning and D-learning: Conceptual definition and comparative analysis. *E-Learning and Digital Media*, 15(4). Retrieved from <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/2042753018785180#bibr25-2042753018785180>
- Light Culture.(2023). UNDERSTANDING CRI AND COLOUR TEMPERATURE. Retrieved from <https://www.lightculture.com.au/the-enlightenment-series/understanding-cri-and-colour-temperature/>
- Lumistrips LED Professional.(2023). Luminous Flux: A Comprehensive Guide to Understanding Light Output. Retrieved from <https://www.labtrain.noaa.gov/osha600/refer/menu15a.pdf>
- Media*.15(4). Retrieved from <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/2042753018785180#bibr25-2042753018785180>
- McClure C.R., Moen, W.E., & Ryan, J. (1994). Libraries and the Internet/Nren: Perspectives, Issues, and Challenges. Mecklermedia orporation.
- Parihar, J.K.S., Jain V.K., Chaturvedi, P., Kaushik, J., Jain, G., & Parihar, A.K.,(2016),

- Computer and visual display terminals (VDT) vision syndrome (CVDTS). *Medical Journal Armed Forces India*, 72(3), 270-276. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4982978/pdf/main.pdf>
- Pew Research Center.(2013). Library Services in the Digital Age. Summary of Findings. Retrieved from <https://www.pewresearch.org/internet/2013/01/22/library-services/>
- Rachman, H.H., Hendarti, R. & Sakina B.(2023).Natural lighting optimization through configuration of shading device for library in East Jakarta. *IOP Conference Series. Earth and Environment Science*, 1169(1). Retrieved from <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/1169/1/012071>
- Subhajit Panda.,(2019). Application of mobile devices in academic libraries. Retrieved from https://www.academia.edu/40614343/APPLICATION_OF_MOBILE_DEVICES_IN_ACADEMIC_LIBRARIES
- Sawant, V.V., & Kamat, P.V. (2021). Impact of the Internet on Library Use: Case Study of Technical Diploma Colleges in Goa. *Library Philosophy and Practice*, 6437. Retrieved from <https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=12246&context=libphilprac>
- U.S.Department of Labor Occupational Safety and Health Administration(1997).Working Safely withVideo Display Terminals. Retrieved from <https://chemistry.osu.edu/sites/chemistry.osu.edu/files/OSHA%20Working%20Safely%20With%20Video%20Display%20Terminals.pdf>
- Wang, P., Chiu, D.K., Ho, K. K., & Lo, P.,(2016). Why read it on your mobile device? Change in reading habit of electronic magazines for university students. *The Journal of Academic Librarianship*, 142(6), 664-669 Retrieved from <https://hub.hku.hk/bitstream/10722/231406/1/content.pdf>
- Waveform Lighting.(2023). What is CRI? The ultimate guide to the Color Rendering Index. Tech & Color Science. Retrieved from <https://www.waveformlighting.com/tech/what-is-cri-color-rendering-index>