

投稿類別：國中自然科學類

篇名：分析眩光的好壞

賴信宗。花蓮縣花崗國中。國七年四班

指導老師：
黃淑卿老師
葉憬忠老師

壹●前言

一、研究動機

暑假我們全家至日本遊玩，並從環球影城買了哈利波特的發光魔杖，之後某日，我無聊在家裡揮著魔杖時，突然發現：魔杖上的 LED 燈在揮舞的快時會呈現一顆一顆的光球，每顆光球中間都有細細的光絲連接，而隨著速度的不同，每次的光球大小似乎也不一樣呢？但單純普通的 LED 燈是否也會有同樣效果呢？於是查了文獻也做了實驗，想藉此解開這個謎團。

二、研究目的

(一)了解眩光

(二)測量形成眩光的長寬、面積

(三)研究眩光對人體的影響

三、研究流程



貳●正文

(一)眩光

1.名詞解釋

(1)眩光

眩光是由戶外強光在鏡片和其它表面上產生反射所引起的。因為光源與環境的配合不良時，會導致眼睛無法看清楚視覺範圍內景物，這是因為視覺範圍內有一較景物光亮許多的光源存在所致，這種強光即稱為眩光。它對眼睛具有一定的影響並造成眼部不適，在駕駛或戶外運動時產生的眩光有可能引起一定的危險。眩光有直接眩光、反射眩光及背景眩光等。

(2)眩光的運用

在第二次世界大戰中對於英國有重要戰略意義的蘇伊士運河，面臨著德國戰機的轟炸破壞，運河建築龐大，也很繁忙，傳統的偽裝方法顯然很難使運河不被德軍發現，於是有人提出了一個很好的建議：「如果你想使某一樣東西不被人看見，魔術師可以幫到你」，因此英國人找到一位著名的魔術師 Mr.Maskelyne。魔術師沿著運河設置了許多旋轉的探照燈，對於夜裡光顧的敵軍轟炸機駕駛員產生

。即眼睛直視了大量眩光，令其很難發現運河的確切位置；同時敵機的擋風玻璃上常附著的灰塵、水珠及一些劃痕對強烈的光束照射發生散射，進一步干擾了敵軍的視線，就這樣英國人在二戰中成功的保住了蘇伊士運河。

(3)眩光的種類

依來源可分成以下三種：

直接眩光（direct glare）：由視野內的光源直接引起光源感到的刺眼眩光，像是直視太陽、燈管、夜間對方來車車燈。

反射眩光（reflected glare）：視野內物體表面的反射光而引起。即光源投射至物體後，反射至眼睛的刺眼光線，像是書本上、白板上的反光，容易傷害視力，也最影響閱讀舒適性。反射眩光又分為下列四類：鏡面反射（specular）、延展反射（spread）、散亂反射（diffuse）、混合反射（compound）。

對比眩光：室內主燈與桌燈明暗對比過大的時候，即會產生對比眩光

(4)依眼睛不適程度分為：

不適眩光（Discomfort glare）：不影響視力但不舒適。不適型眩光是指在某些太亮的環境下感覺到的不適，例如坐在強太陽光下看書或在一間漆黑的房子裡看高亮度的電視，當人眼的視野必須在亮度相差很大的環境中相互轉換時，就會感到不適。這種不舒服的情況會引起眼的一種逃避動作而使視力下降。

失能眩光（Disability glare）：除了有不適感外，會直接干擾視力。此光是指由於周邊凌亂的眩光源引起人眼視網膜像對比度下降從而導致大腦對像的解析困難的一種現象，類似於幻燈機在牆上的投影受到旁邊強光的干擾而導致成像質量下降的表現。

目盲眩光（Blinding glare）：強眩光，遠離一段時間後仍無法看清事物。指的是當人從黑暗的电影院（或地下隧道）走入陽光下雙眼視覺下降的一種現象。主要原因是由於強烈的眩光源在人眼的視網膜上形成中央暗點，引起長時間的視物不清。當某些人患有眼底疾病（尤其是黃斑病變）時，由於視網膜上光感受細胞的明適應功能受到損害，對這種眩光的反應會更重。

(5) CIE(國際照明委員會): 國際照明委員會是一個有關光學、照明、顏色和色度空間科學領域的國際權威組織，成立於 1913 年，其總部位於奧地利維也納。

(6) ELC 組成: CIE 下設 7 個部：視覺與色彩；光與輻射的測量；內部環境與照明設計；交通照明與標誌；外部照明與其他設備；光生物學與光化學；圖像技術。從 1999 年以來，通信的光學、視學和計量方面、影像的製作和重放、使用所有類型的模擬和數字成像裝置、存儲媒體和成像媒體，也都在 CIE 的工作領域內。中國照明協會、香港照明協會為 CIE 成員。CIE 網站提供的資源按月更新，出版物包括 3 類：技術報告和指南 120 多種，有 6 種光盤。標準加草案共 12 種；會議錄 24 種。

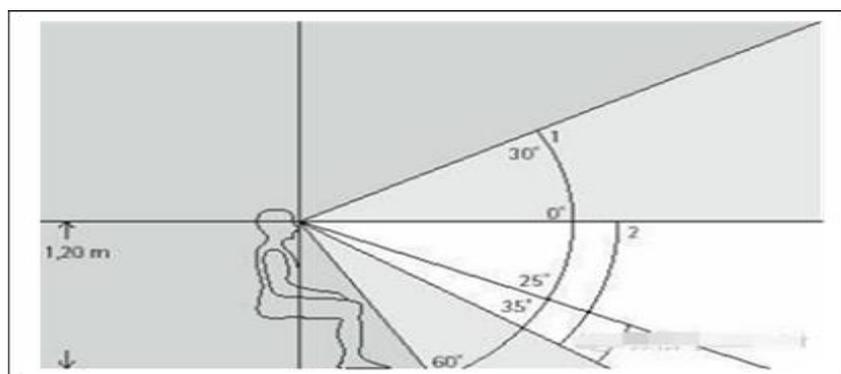
表一：CIE 對於眩光限制的質量等級

質量等級	作業或活動的類型
A（很高質量）	非常精確的視覺作業

B (高質量)	視覺要求高的作業，中等視覺要求的作業，但需要注意力高度集中。
C (中等質量)	視覺要求中等的作業，注意力集中程度中等，工作者有時要走動。
D (質量差)	視覺要求和注意力集中程度的要求比較低，而且工作者常在規定區域內走動。
E (質量很差)	工作者要求限於室內某一工位，而是走來走去，作業的視覺要求低，或不為同一群人持續使用的室內區域。

(7)LED 筒燈眩光

LED 筒燈眩光，眩光是指人的視野中由於不適宜亮度分布，或在空間或時間上存在極端的亮度對比，以致引起視覺不舒適和降低物體可見度的視覺條件。視野內產生人眼無法適應之光亮感覺，可能引起厭惡、不舒服甚或喪失明視度。在視野中某一局部地方出現過高的亮度或前後發生過大的亮度變化。LED 筒燈眩光是引起視覺疲勞的重要原因之一。



圖一：在坐立取高 1.2 米，站立取高 1.5 米，人眼正常的注意視線範圍是平視上方 30°到下方 60°，在這個範圍內出現強烈刺眼的光線，就是 LED 筒燈的眩光。環境中的眩光有一次發射眩光還有經過二次反射產生的眩光。眩光不但會造成視覺上的不適應感，而且強烈的眩光還會損害視覺甚至引起失明。對於展示光環境來說，控制眩光很重要。

(8)眩光污染

汽車夜間行駛時照明用的頭燈，廠房中不合理的照明佈置等都會造成眩光。某些工作場所，例如火車站和機場以及自動化企業的中央控制室，過多和過分複雜的信號燈系統也會造成工作人員視覺銳度的下降，從而影響工作效率。焊槍所產生的強光，若無適當的防護措施，也會傷害人的眼睛。眩光是一種不良的照明現象，當光源的亮度極高或是背景與視野中心的亮度差較大時，就會產生眩光。

如司機夜晚開車時突然眼睛被對面開遠光燈的車照射就是一種眩光污染，看亮度過高且忽明忽暗的普通電視同樣會對眼睛造成眩光污染。

(9)光害

光害，或稱光污染（light pollution），是人類過度使用照明系統而產生的問題。最顯而易見的影響是城市夜空裡的星體被眾多大廈的燈光所覆蓋而消失了。這使得觀察宇宙的研究受到影響，而且亦破壞了生態平衡。自 1980 年代初以來，全球暗天運動開展，這個運動的目的正是為了鼓勵人們減少使用照明系統以減少光污染的問題。

光害是工業發展的副產品，主要是來自家居照明、廣告、商業產品、辦公大樓、工廠、街燈及露天大型運動場。而受光害影響的國家主要是已開發國家，如美國、歐洲各國及日本。值得注意的是，小量的光害亦會製造頗嚴重的問題。

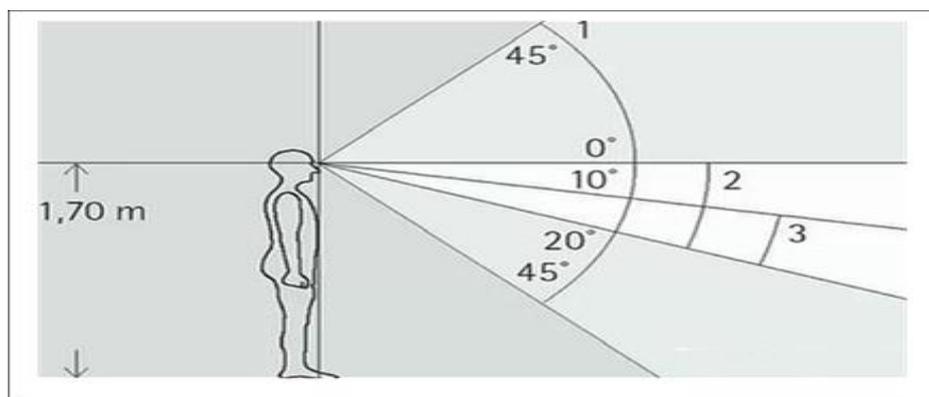
(10)眩光的傷害

一般而言，刺眼眩光在 30 秒至 60 秒內，即會對眼睛視力的健康產生明顯傷害。而反射眩光即一般俗稱的反光，會使影像模糊化，容易造成眼睛疲勞，閱讀吃力，甚至進一步造成眼睛酸痛及頭痛的問題。

根據美國研究報告指出，平均每五位上班族就有四位受到眼部不適的困擾，且大多伴隨著頭痛，疲倦與流淚的症狀，而根據統計，在學習壓力大的國內學童中，更有 55.9% 的受訪者在使用檯燈時，經常有眼睛酸痛，揉眼睛及流淚等困擾。根據統計，43% 學童在閱讀時感到最不適的，正是眩光反光的問題。

(11)防止眩光現象的有效技巧

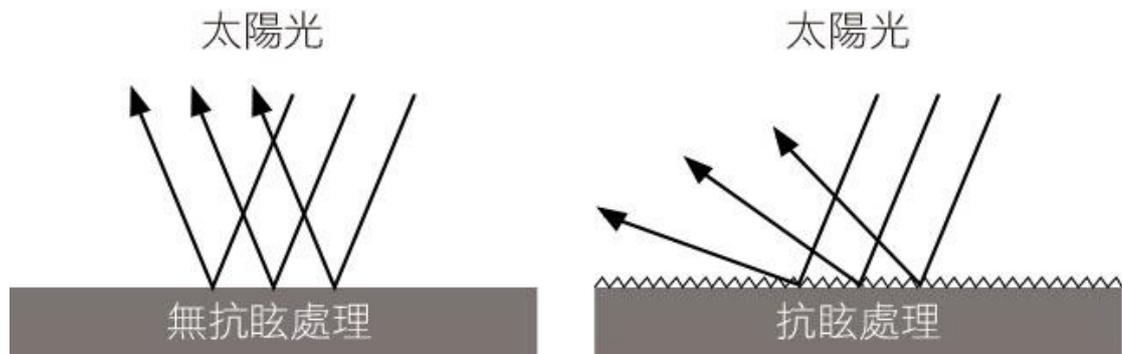
●可以從根源上防止眩光現象的產生——視野角度和亮度調整。當人體在站立或坐下時，雙眼可見的正常範圍就是人的視野。如果將亮度效果控制在視野範圍之外，也就可以杜絕眩光現象了。還有避免將燈具安裝在干擾區內，儘量採用低光澤度的表面裝飾材料，燈具亮度的限制，比如：牆面的平均照度不宜低於 50lx，頂棚的平均照度不宜低於 30lx，燈具要有遮光措施，比如可以採用不同遮光角的直接型燈具。



圖二：當人體在站立或坐下時，雙眼可見的正常範圍就是人的視野。如果將亮度效果控制在視野範圍之外，也就可以杜絕眩光現象了。

●抗眩膜: 防眩膜層 (Anti Glare Coating)，簡稱 AG，可降低被加工表面的反射光，減少光線對目視的干擾。鏡面看起來呈現霧狀，但不影響觀看。某種技術最常在手機螢幕保護貼看到。

除了防眩功能，AG 加工造成的霧面效果，也可緩和指紋留在螢幕上的痕跡，但霧面變成螢幕顏色變得不夠銳利，現在有些面板會以亮面玻璃搭配抗反射鍍膜 (反反射塗層)，來減少反射光的干擾。



圖三:抗眩膜的結構

●蝕刻 AG 玻璃

蝕刻 AG 玻璃，它是通過化學氫氟酸的方式，在玻璃表面氫氟成 0.05mm 左右的深度的蝕刻層，讓玻璃表面形成凹凸不均勻的表面狀態。起到減少反射，防止眩光這樣一個功能。

●間接照明應用



圖四:間接照明 v.s.直接照明

(二) 炫光對人體的影響

1. 炫光主要來自於太陽光和強烈的燈光，光滑物體表面(如高速公路路面或水面、電腦螢幕)的反光也屬於炫光。手機螢幕發出的炫光，也會對眼睛造成不適，特別是漆黑的夜晚會使眼睛感到非常刺痛。

2. 炫光就是在視野中由於亮度的分佈或範圍不適宜，或在空間或時間上存在著極端的亮度對比，以至引起不舒適和降低物體可見度的視覺條件。炫光是影響照明品質最重要的因素。炫光傷害往往是生理與心理上共有的。

產生炫光的因素包括光源的亮度(亮度越高，炫光越顯著)、光源的位置(在視場內越接近人眼，炫光越顯著)、光源外觀大小與數量(表觀面積越大，光源數目越多，炫光越顯著)、周圍的環境(環境亮度越暗，眼睛的適應亮度的範圍越小，炫光也更加顯著)等。

評價炫光的重要方式之一就是通過計算(統一眩光值，或統一眩光指數)，標準是由國際照明委員會所提出。

統一眩光指數和主觀感覺的關係：

UGR < 9	感覺黑
UGR > 10	感覺適中
UGR > 16	感覺疲倦
UGR > 22	開始感覺不舒服
UGR > 28	感覺非常不舒服

從上表中可以看到統一眩光值 UGR 在 10-15 左右的時候，可以保證使用者的視覺感受比較舒適，不會受到炫光的影響。

(三) 形成炫光的長寬、面積實驗

實驗方法：將製作的擺動機放置於暗箱中，將機上的 LED 點亮後從操作部開始操作，判讀軟體為 iemg-j&sutcut

1. 實驗過程



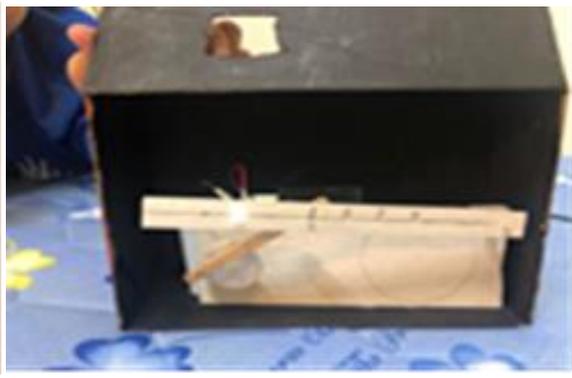
圖五: 擺動機(背面)



圖六: 操作部分



圖七:實驗狀態



圖八:擺盪機+暗箱

2.實驗結果

次數	下壓時情況	上擺時情況	光線寬度(像素)	光線長度(像素)	光線面積(大約)	振動時間	振動次數
1	下有有光，上無光	1.下有上無2.全有	34	260	8892	1.26	68
2	上無下有	全有	38	356	13528	3.83	95
3	上無下有	1.下有上無2.全有3.全無	30	269	8070	9	119.5
4	上無下有	1.下有上無2.全有3.全無	46	378	17388	11	326
5	上無下有	1.下有上無2.全有3.全無	46	364	16744	1	54
6	上無下有	1.下有上無2.全有3.全無4.中斷、上下有	38	331	12578	5.1	76.5
7	上無下有	1.下有上無2.全有3.全無4.中斷、上下有	59	413	24367	5.8	87
8	上無下有	1.下有上無2.全有3.全無4.中斷、上下有	51	370	18870	5.81	87.15
9	上無下有	1.下有上無2.全有3.全無4.中斷、上下有	37	268	9916	6.03	90.45
10	上無下有	1.下有上無2.全有3.全無4.中斷、上下有	54	373	20142	2.03	30.45
11	上無下有	1.下有上無2.全有3.全無4.中斷、上下有	40	323	12920	10.23	153.45
12	上無下有	1.下有上無2.全有3.全無4.中斷、上下有	37	322	11914	10.23	153.45
13	上無下有	1.下有上無2.全有3.全無4.中斷、上下有	43	399	17157	8.94	134.1
平均			43	340			

表二：13次實驗數據的統計

3.實驗發現:

- 1.震動次數=震動時間*30/2
- 2.燈在下擺時會撐半條狀，上揚時則為整條狀，和魔杖的燈不同

參●結論

一、一般來說，眩光是不好的，容易造成視線混淆，尤其是在開車時眩光容易造成車禍，對我們學生而言有時候不小心看到平滑表面產生眩光，會造成視線混淆，嚴重則可能產生頭痛、頭暈等現象。

18. [http://140.112.14.7/~measlab/course/2013/AOI/%E5%9F%BA%E6%9C%AC%E5%85%89%E5%AD%B8%E5%8E%9F%E7%90%86\(2014\).pdf](http://140.112.14.7/~measlab/course/2013/AOI/%E5%9F%BA%E6%9C%AC%E5%85%89%E5%AD%B8%E5%8E%9F%E7%90%86(2014).pdf) 基本光學原理與光學系統
19. http://www.wun-ching.com.tw/img/Books_files/B286e2-9789864302338.trial.pdf 幾何光學相關基礎 知識
20. http://203.72.57.15/blog_nature/uploads/2015/12/%E9%81%B8%E4%BF%AE%E7%89%A9%E7%90%86%E4%B8%8A%E8%AA%B2%E6%9C%AC%E7%AC%AC5%E7%AB%A0%E7%89%A9%E7%90%86%E5%85%89%E5%AD%B8.pdf 物理光學
21. http://www.wun-ching.com.tw/img/Books_files/B410-9789864302130-trial.pdf 光學的基本觀念
22. <https://www.youtube.com/watch?v=exT4YjljdoA> リンク機構その1
23. <https://www.youtube.com/watch?v=hntwwuULfD0&t=142s> 振翅機構
24. <https://kknews.cc/zh-tw/science/pggb99p.html> 蝕刻 AG 玻璃防眩光原理
25. <http://www.ydcoating.com/zh-tw/product-358504/%E9%98%B2%E7%9C%A9%E8%86%9C%E5%B1%A4AG.html> 防眩膜層 (AG)
26. 幾何光學 新文京開發出版股份有限公司
27. 基礎光學 機械工業出版社
28. 眼應用光學基礎 新文京