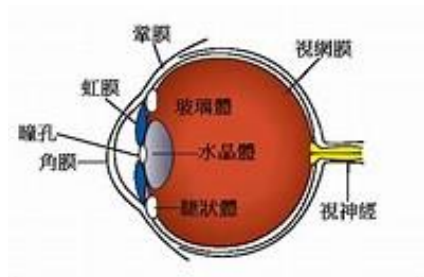


視 覺



「視覺」(vision) 是人類在接收外界訊息時使用最多的一種感覺類型，人類大部分的知識均藉由視覺系統而獲得；喪失視覺之不便，其痛苦實不言可喻。人性化設計師必需了解視覺系統的刺激、構造、能力和影響因素，以供「視覺顯示器」設計之參考。

一、視覺刺激

各種感覺器官均只能對某種特殊形態的物理能量有所反應；人眼可以感受到的是一種在空中運行的電磁能——即光波。電磁能以波狀運行，而其波長種類則變異甚大，從波長小於 10 公尺的宇宙光到大於數公里的無線電波。人眼所能感覺到的光線波長大約在 380 nm 到 780 nm 之間 (nm 為 nanometer 的縮寫，即奈米，相當於 10 公尺)；所以人眼所能看見的光只是電磁譜中極小的部分而已。從三稜鏡上所看到的光譜，波長最長的為紅色光 (約 700 nm)，其次為橙色光 (610 nm)、黃色光 (573 nm)、綠色光 (520 nm)、藍色光 (480 nm)，最短的是紫色光 (390 nm 左右)。

光波因「波長」的不同而產生各種「色彩」(hue)，此外，光波還有「振幅」(amplitude) 和「純度」(homogeneity) 的差別。光波的振幅決定「明度」(brightness)，而純度則決定「飽和度」(saturation)。沒有色彩的顏色 (灰色) 只有明度的差別，即從最暗的黑色經不同程度的灰色而到白色。有色彩的顏色也會有明度上的差別，如純黃色比純藍色在明度上較亮。色彩的飽和度係指不與灰色混合的程度，例如，純藍色若與少許的灰色混合，就會產生不飽和或不純的藍色。值得一提的是，光波的波長、振幅和純度與視覺的色彩、明度和飽和度之間並無完全的對應關係，此乃因為人眼對於中波長的光波 (黃色) 較為敏感，即使黃色光波的振幅不如紅色和藍色光波大，但它卻使人有比較明亮的感覺。這就是為什麼絕大多數的小學生雨衣、工程機械、計程車、防撞桿……等都是採用黃色的緣故！

二、視覺系統之構造

人的眼睛構造與照相機非常類似，可調整的「水晶體」(lens) 相當於照相機的透鏡，可用來傳導和集中光線；而「網膜」(retina) 則相當於底片，可以接收光線以形成影像。

由物體反射的光線先進入透明的「角膜」(cornea) 並穿過「水樣液」(aqueous humor) 和「瞳孔」(pupil)。水樣液充滿於角膜及其後面的瞳孔和水晶體之間。瞳孔可以控制進入眼內的光線數量，本身為一可調整大小的圓孔，圓孔大小則受「虹膜」(iris) 肌肉的伸縮而改變，在黑暗的環境中瞳孔較大，而在明亮的環境中較小。

光線經由瞳孔進入水晶體，再由水晶體的折射作用穿過似膠狀的「玻璃液」(vitreous humor) 而將影像投射於網膜上。玻璃液充滿於水晶體的後面，為眼球的主要部分。正常或矯正視力後的人，光線會集中在網膜上。水晶體的周圍是「睫狀肌」(ciliary muscle)，透過睫狀肌的自動伸縮控制，可以改變水晶體的凸度以調整焦距；看近物時睫狀肌放鬆而使水晶體凸起，看遠物時睫狀肌拉緊而使水晶體扁平，此即「調節作用」(accommodation)。物體在網膜上的影像是倒立的，剛好與照相機成像一樣。

網膜係由兩種可以感受光波刺激的細胞所構成：一種狀似圓錐，稱為「錐狀體」(cones)；另一種狀似長桿，稱為「桿狀體」(rods)。人的視覺在白晝時係以錐狀體為主，所產生的視覺包括「無色視覺」(achromatic colors) 如白、黑、灰等和「有色視覺」(chromatic colors) 如紅、黃、藍等；在黎明、黃昏、微光或夜晚等光度較差的情況，則以桿狀體為主，只能產生無色視覺。此兩者的差別有如彩色底片和黑白底片，唯黑白底片（桿狀體）的敏感度比彩色底片高，即使在光線不足的情況下，也能照出相來；而彩色底片（錐狀體）則需較強的光度才能拍照。

有 550 萬個錐狀體和 1 億 2,500 百萬個桿狀體不均勻的分布在網膜上。其中視覺敏感性最高的「中央小窩」(fovea) 只分布錐狀體（大約 5 萬個），其大小不到一平方毫米。中央小窩之外，則錐狀體和桿狀體交錯分布錐狀體的數量由網膜中央向四周遞減，而桿狀體則分布於網膜邊緣，愈近中央小窩愈少。在中央小窩附近有一處最不敏感的地方，稱為「盲點」(blind spot)，來自網膜各處的神經纖維在此聚合成為「視神經」(optic nerve)，當成像剛好像落在盲點時，雖存在但會視而不見，只是人們通常並沒有感覺到盲點的存在。當盲點的存在會影響自身或他人的安全時，是不是該設計輔助裝置以補不足，而不是一味的要求當事人要多注意和小心？

三、視覺能力

廣義的「視力」即所有「視覺能力」(visual abilities) 的總稱，以下僅就較重要的視覺能力加以說明。

1、視銳度

「視銳度」或稱「視覺敏銳度」(visual acuity)，即通俗所稱狹義的「視力」，係指眼睛能夠分辨物體細節和輪廓的能力，例如，閱讀一頁密密麻麻蠅頭小字的電話號碼簿，或確認遠處山頭小點般的登山隊伍。視力主要取決於眼睛的「調節作用」，即調整水晶體的凸扁曲率使影像能夠適當地聚焦在網膜上。在正常的調節作用下，看遠物時水晶體趨於扁平，而看近物時水晶體則趨於鼓凸，以便影像能正好聚焦在網膜上。

有些人的眼睛其調節能力不佳，而形成「近視」(nearsightedness) 或「遠視」(farsightedness) 現象。近視者的水晶體傾向於維持鼓凸狀態，所以當他看近物時還可能獲得適當的對焦，但看遠物時則否；唯近視者可藉凹透鏡予以矯正其視力。反之，遠視者的水晶體傾向於維持扁平狀態，因此，看遠物時對焦仍佳故較清楚，但看近物時則遭遇困難，唯遠視者可藉凸透鏡予以矯正其視力。

視銳度或視力的類型不少，就其量測方法而言，其中最普遍使用者為「最小可判離敏銳度」或「最小可分度」(minimum separable acuity)，係指能夠辨別某一標的物其組成要素間乃呈分離狀態的最小間隙或能夠分辨標的物的最小組成要素之視力就是我們常見量測視力的圖表，用 1.2, 0.8 或 0.1 等比值來表示。

隨著人們年齡漸長，視力會逐漸退化，尤其會有老花眼（遠視）的現象，當產品銷售對象是中、老年人時，如果其外包裝、說明書、操作鍵鈕和面板的設計沒有考慮到老年人視力自然生理變化的話，必將不利於該產品的行銷，這是現在高齡化社會不容忽視的事實。你在大賣場碰到過老年人請年輕人幫忙看看產品上的說明或標價嗎？還有專門為銀髮族設計按鍵特大的手機或電話機嗎？

2、辨色力

一如前面所述，網膜上的錐狀體對於各種不同波長的光波刺激較為敏感，此乃人眼辨別色彩的基礎。目前已有一些不同的方法可供測量人們的辨色力 (color discrimination)。一般而言，正常的眼睛具有辨別明 / 暗 (灰)、黃 / 藍、紅 / 綠等三種色彩系統的能力。一個人未喪失視覺能力時，通常其明 / 暗 (灰) 系統還能作用，而「色盲」 (color blindness) 者就是在紅 / 綠、藍 / 黃的辨別上產生困難，其中之一缺陷者稱為部分色盲，兩者均有缺陷者稱為全色盲。

最普遍的色盲是紅 / 綠色盲，約 7% 的男性和 0.5% 的女性有這方面辨色力不良的情況；黃 / 藍色盲者較少見，全色盲者更少。其實，在光線不足時人人都是色盲，辨色能力亦會隨著年齡增長而衰退。夜晚來臨時，紅辨色力最先失能，然後朝著光譜的紫色順序喪失；而早上反之，最先感應的是藍色。

由於色盲者尚具其他色覺能力，故仍可藉顏色的明度和飽和度，並以物體的位置或形狀來瞭解世界，所以在日常生活上並不受這種能力不足的困擾；然而在重要與緊急的場合，如使用有色彩的警示系統如紅綠燈等，目前的做法是色盲者不能通過體檢而不發駕照，這其實是變相的剝奪他們開車的權利，難道沒更人性化一點的辦法嗎？例如，紅綠燈除顏色向度外，是否可以多加一個餘備向度(如位置或形狀)，這樣就算不能辨別顏色也同樣能接收到訊息。

在天色昏暗或光線不足時，每個人的辨色力都會下降，這們不該在這些場合去挑戰人們的辨色力。還有，隨著年齡增大，眼睛的辨色力也會退化，可是我們在設計工作或生活環境之初，是否列入考量？例如旅館常見深色的大門配上暗金色的房間號碼，由於走道光線不足，更容易讓上了年紀的客人看不清楚房號而找不到房間。

四、暗適應與亮適應

前面已述及桿狀體和錐狀體的功能，在此值得再提醒的是，人眼錐狀體對介於綠色和黃色之間的光譜感應較為敏銳；而桿狀體只有無色視覺，但卻對波長在藍色和綠色之間的部分有較敏銳的感應。

有過駕駛經驗的人，大多知道傍晚開車相當危險，雖然黃昏時錐狀體和桿狀體的作用仍在，但效率已大為降低，以致傍晚視線顯得特別混沌。而夜晚開車，突然被對向來車的遠光燈照射時，在此瞬間視覺作用幾全喪失。人眼無論從黑暗到明亮，或從明亮到黑暗，都很難立刻適應；例如，

當人們進入黑暗的電影院時，起初往往什麼都看不見，幾分鐘之後，才能逐漸看到愈來愈清楚的周遭東西，此即「暗適應」(dark adaptation)。一般而言，完全的暗適應所需的時間長達 30 分鐘以上，而從黑暗到明亮的「亮適應」(light adaptation) 則較不成問題，只需幾秒鐘，最多一兩分鐘就已足夠。一般而言，眼睛在適應暗處裝設紅色燈光或讓人員戴上紅色護目鏡，如此一來，由於紅色光只刺激錐狀體，而桿狀體仍停留在暗適應狀態，所以一旦由亮處進入暗處時即能馬上適應，例如在進入暗房、地下礦場時都可運用。

了解暗適應問題可以幫助我們設計人性化的隧道。白天，從亮處一進入隧道時就會立刻產生暗適應問題，所以在隧道內一定要設計足夠的照明設備，降低隧道內外的亮度差。可是這樣一來，在晚上隧道(一般都在山區)外一片漆黑，開車進入後如果照得太亮，就會產生亮適應問題，可是在出隧道時又一下子進入黑暗中，這時又會產生暗適應問題。這種情況要求所有的駕駛人員戴紅色護目鏡顯然是不實際的，所以在必需在隧道內裝人工照明。可是在計人工照明時，也不能只考慮到隧道內，還要考慮延伸到隧道外才行。也就是說，隧道的出入口都要裝設人工照明，但並不是等距設置路燈，而是愈靠近出入口處間距愈小，然後慢慢拉大至能夠適應為止。