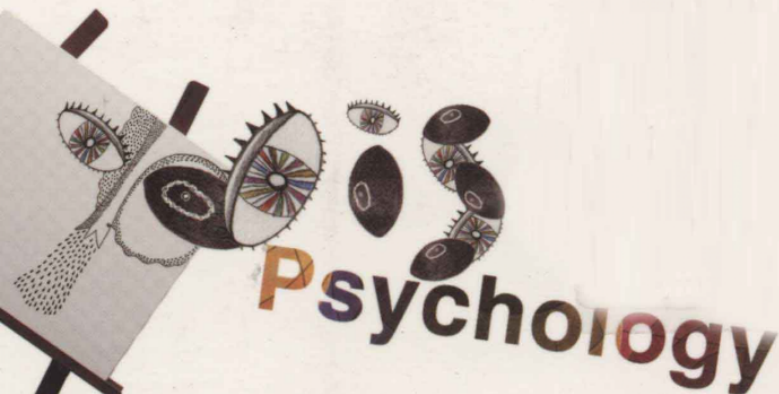


視覺 心理學

Visual Psychology

陳一平 著



視覺在人類感官中佔有舉足輕重的地位，在知覺運作上也是被研究得最為詳盡的一個官能。本書以視覺神經生理的介紹出發，由外而內，由眼睛構造到心理認知層面，深入淺出地解析視覺經驗產生的原因與生理機制。本書以獨立的章節分別介紹由明暗至色彩視覺的相關結構與功能，分析視覺注意力的重要性，由靜態視覺延伸至動態視覺，由簡單物體辨識擴及到深度透視問題，最後將視覺經驗延伸至與身體動作的控制作整合。

透過本書，讀者將獲得基本視覺原理的全面瞭解，不但可以認識眾多令人稱奇的視覺現象，也能明瞭這些現象的背後所涉及的資訊處理。對於從事設計與藝術創作實務的朋友，本書的內容提供很多創作靈感與設計思考的來源。對於顯示科技的從業人員，本書則精簡地涵蓋了視覺人因所需具備的基礎知識。對於人腦的運作方式，以及具有長遠歷史的心物關係辯論好奇者，本書則具有深刻的啟發作用。

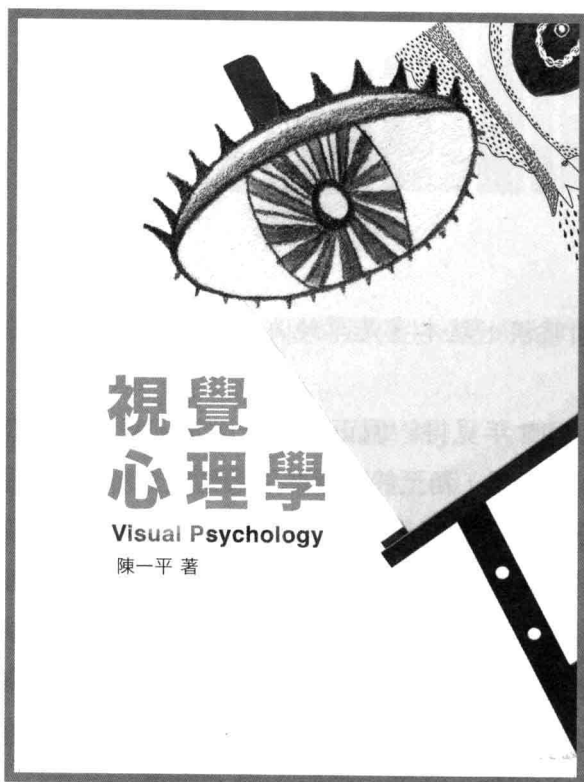


雙葉書廊有限公司

地址：臺北市羅斯福路三段269巷12號1樓
電話：(02) 2368-4198 傳真：(02) 2365-7990

ISBN 978-986-6672-69-9





視覺心理學

Visual Psychology

陳一平 著

視覺心理學 / 陳一平著. --

初版. -- 臺北市：雙葉書廊, 2011.03

面： 公分

ISBN 978-986-6672-69-9 (平裝)

1. 視覺 2. 官能心理學

176.12

100001214

視覺心理學

作 者 陳一平

發行人 張福隆

編 輯 劉秋圓

出版社 雙葉書廊有限公司

地 址 台北市羅斯福路三段 269 巷 12 號 1 樓

電 話 (02)2368-4198

傳 真 (02)2365-7990

網 頁 <http://www.yehyeh.com.tw>

讀者服務 pub@yehyeh.com.tw

登 記 證 局版北市業字第 239 號

出版日期 西元 2011 年 3 月 初版一刷

電腦排版 翔郁整合行銷有限公司

ISBN : 978-986-6672-69-9

著作權所有◎侵害必究

本書如有缺頁、破損、裝訂錯誤，請寄回更換

版權聲明：書中引用之商標及圖文版權分屬各公司所有，本書純屬介紹之用，無任何侵害之意。

序言

最開始的時候，這本書是單純為我自己而寫的。

從我於 1995 年覓得一個正式教職以來，我已鮮少間斷地對心理系、神經科學研究所，乃至於晚近應用藝術研究所的學生們講授十餘年「知學心理學」、「色彩學」、「視覺消息處理」、「視知覺」等課程，我很希望能將相關課程的棒子交給比我年輕一代的老師，以便我能將更多心力用於目前仍在耕耘中的藝術心理學領域。這樣的念頭一旦產生後，我於是著手將過去講課的材料陸續紀錄整理，一方面覺得或許可以節省後續接棒老師的負擔，一方面也算是某種離開座位前，將桌面整理妥善的告別儀式吧。

這件工作似乎自然而然地就往出版一本專書的方向發展，起先我仍將它定位為我個人對於視覺心理學領域所知所見的經驗談，但種種媒合的力量發揮作用，讓它最後成長為一部教科書的模樣。

大部分的教科書有一種作者們並不一定有意要造成的效應，就是當一部（例如）「普通物理學」問世後，大家開始形成「什麼是物理學？」、「什麼不是物理學？」的分別心，學科間的壁壘因而被築起，而不是被拆掉。原本活潑有生氣的學問反而被穿上一隻令人窒息的小鞋，學門內的保護主義抬頭，學科間的競爭凌駕於合作的關係。我很熱切地希望，這本書所能促成的是（科學與藝術，或任何涉及的領域）交流與融合，而不是分別與對立。

科學家也好，藝術家也好，即使我們懷抱著不同的態度與目的來觀看與認識這個世界，我們所配備與使用的視覺官能是相同的——相同地精緻，相同地盡職，以及相同地奧妙，乃至令人油然升起敬畏之心。

每個瞬間一瞥，其背後幾乎都有一段奇蹟發生，造成我們當下的視覺經驗。

理解這個奇蹟，你不需要一個「生理學家」、「實驗心理學家」、「物理學家」、「電機工程師」、「平面設計師」之類的頭銜，我們暫且假設在身分證上有個欄位是「好奇心」，只要你這個欄位中填的是「有」，你便具備完全的入場資格。我希望在這本書中至少有傳達出這樣的訊息：我們對視覺功能的了解，是集合了無數多種學門專長領域的人的貢獻所得的，反過來說，只要讀者大人您願意，不管您的系所專科是甚麼，一樣能對這個領域的成長作出貢獻。

這帶出一個相關的問題：學生經常在課堂上問道：「老師你能不能多講一點實務應用面的問題？」，相信許多讀者也會有同樣的心聲，我的回答是：「假如我在書中就講掉應用途徑的內容，那大老闆們只須買一本我的書，也就不必花大筆人事經費雇用具有視覺素養的人才了。」。這不全然是玩笑之語，這本書旨在為讀者奠下可以創造個人專業附加價值的基礎，而不是批發零售現成可用的點子。只要讀者願意承擔起屬於自己部份的責任，我相信精深的視覺素養可以在一條非常開闊的戰線上創造出每個人特有的個人價值，由藝術創作到工程應用，只有你們的想像力與創意才能丈量出其長度。

最後我想對本書的誕生作出貢獻的所有人致謝，我的助理沈昶甫、黃詩婷、黃慧田，他們或是幫我製作圖檔，或是協助文字編輯，或是設計封面，都花費不少的心力。本書最原始的材料係由上課的影音記錄整理成文字稿所得，這部分的工作多虧李仁豪與謝翠如的鼎力相助才能完成，林智祥則負責製作了配合本書內容的 powerpoint 教材，大家辛苦

了。雙葉書廊的編輯群們對我斷斷續續的工作進度展現了最高容忍度的美德，在此對於妳們心臟的操勞致上最高的歉意與敬意。另外，所有出入過我課堂的學生們，不管是本所還是外系選修的同學，沒有與你們在課堂上的相會與激盪，這本書不會在我腦海中受孕成形，謝謝大家！

陳一平

2011年1月

目錄

第 1 章	視覺神經生理學概說	01
	1.1 大腦的神經科學簡史	03
	1.2 視覺神經系統簡介	06
	1.3 神經元的基本構造及特性	08
第 2 章	眼睛	15
	2.1 眼睛的構成要件	16
	2.2 單眼系統和複眼系統	17
	2.3 眼睛的演化	18
	2.4 眼睛的光學系統	20
	2.5 底箱的設計	28
第 3 章	視網膜	31
	3.1 視網膜的結構	32
	3.2 視覺接受器：桿細胞與錐細胞	35
	3.3 取樣和混疊	43
	3.4 光學系統與取樣系統的匹配	48
	3.5 視覺細胞的接受域型態	49
第 4 章	視覺皮質的訊息處理	57
	4.1 從視網膜到丘腦	58
	4.2 通往視覺皮質的中繼站：LGN	60
	4.3 視覺皮質首站：V1	62
	4.4 皮質的拓樸特性與皮質放大效應	67
	4.5 階層模型與雙路徑理論	69

第 5 章	高階視覺訊息處理與視覺發展	75
5.1	影像與物件	76
5.2	視覺高階各區綜論	81
5.3	再探視覺高階區域	89
5.4	視覺發展	92
第 6 章	視覺的明暗系統及對比效應	99
6.1	明暗動態範圍	100
6.2	照明水準	102
6.3	明暗調節因子	103
6.4	明暗對比機制	108
6.5	明暗對比錯覺	113
6.6	明系統與暗系統	123
第 7 章	色彩視覺概論	129
7.1	色彩視覺的功能	131
7.2	色彩經驗的三個條件	134
7.3	三色論	143
7.4	色彩拮抗論	150
7.5	色彩表示系統	160
第 8 章	色彩視覺進階	167
8.1	用三原色即可調配出所有顏色嗎？	168
8.2	為何沒有減法混色的色彩座標系統？	171
8.3	配色有規律可循嗎？	172

8.4	色相與明度的相依性	176
8.5	色彩恆常性	178
8.6	短波錐細胞的獨特性	179
8.7	色彩調節因子	182
8.8	色彩辨識與色彩類別	186

第 9 章 視覺注意力（一）前注意力階段 189

9.1	視覺注意力的探照燈比喻	190
9.2	注意力的控制	196
9.3	前注意力階段	198
9.4	小結	207

第 10 章 視覺注意力（二）注意力運作後的知覺 209

10.1	注意力運作時的視覺	210
10.2	注意力失效的情況	217
10.3	注意力離開後的情況	220
10.4	注意力範圍外的視覺處理	223
10.5	小結	225

第 11 章 運動知覺 229

11.1	運動知覺的功能	230
11.2	眼球運動與運動知覺	237
11.3	運動訊號與分析	240
11.4	認知因素對運動知覺的影響	253
11.5	其他運動現象所顯示的知覺原理與深思問題	255

第 12 章	物體知覺	259
12.1	表面與形狀表徵	261
12.2	完形知覺組織定律	268
12.3	觀察點獨立取向	275
12.4	觀察點相依取向	278
12.5	臉孔辨識	281
第 13 章	空間知覺與大小知覺	291
13.1	眼動線索的空間知覺	293
13.2	單眼線索的空間知覺	294
13.3	雙眼線索的空間知覺	307
13.4	大小恆常性	313
第 14 章	動作與知覺	317
14.1	引言	318
14.2	雙路徑理論的修正	320
14.3	鏡像神經元的發現	329
14.4	知覺心理學大師 Gibson 的貢獻	332
14.5	繪畫、知覺與動作	334
14.6	結語	336
延伸閱讀與參考資料		339
附錄		343
索引		359

1

視覺神經生理學 概說

學習目標

1. 大腦研究與心物問題之簡史
2. 視覺神經系統的大部結構簡介
3. 神經細胞的標準結構，以及其訊息產生與傳輸的特性

人是精密的有機體。為了生存與溝通的需要，人類演化出複雜的感官功能：視、聽、嗅、味、觸覺，以應付這個瞬息萬變的環境。我們所處的世界充斥著不同物理形式的訊息，例如光線所構成的影像、空氣震動產生的聲音，還有各種物質飄散出來的氣味分子、物體表面的質感與溫度等等。為了生存，我們必須接收、處理所處環境的種種物理刺激，迅速弄清楚其所代表的意義，並做出正確反應。

然而，這些不同物理形式的訊息並不會直接被我們的心智所理解，得先透過感覺器官加以擷取、轉換、傳遞，再匯入大腦進行處理，才能對我們產生意義。感官，是我們封閉的身體對這個大千世界所打開的幾扇窗，從這幾扇窗照進來的光線、傳入的聲音與氣味，可栩栩如生的在我們腦海中建構出完整的世界樣貌。

相較於其他動物，人類是相當仰賴視覺的物種。由於雙眼所接收的視覺訊息相當龐雜，人腦耗費在處理視覺訊息的資源遠遠超過其他感官。視覺是目前科學界了解最為透徹的官能。視覺系統的前端，有靈魂之窗之稱的眼睛，則擁有其他感覺器官所難以相比的精細結構與功能。由於視覺訊息龐大，位於眼球底部的視網膜在將原始影像訊息傳入大腦之前，要做許多前置處理，以減輕視覺皮質的運算負擔，因此它在功能解剖上不折不扣的是大腦的一部分。現代視覺科學對於眼球功能已有相當程度的了解，本書將用兩個章節來介紹這個神奇的器官。視覺訊息進入大腦之後由幾個視覺皮質區加以處理，這些區域為神經科學學者探究多時，本書將以兩個章節介紹這些區域的解剖與運作功能。

在介紹眼睛和視覺中樞之前，本書第一章將先簡單說明神經系統的最基本組成單位，即神經元的結構與基本運作方式。遍布全身的神經系統不像消化或呼吸系統一樣，由容易辨識的器官與組織構成，其運作方式相當複雜而神祕，回顧神經科學的歷史即可發覺前人深深為其所困惑，直到晚近解剖與醫學相關科技逐漸成熟，才得以有觀念上的突破。

1.1 大腦的神經科學簡史

大腦器官的功能和運作方式，自古以來都讓學者百思不得其解。這當中也許隱含了一個邏輯上的矛盾：人類要運用「自己的大腦」的運算能力來認識「自己的大腦」；也就是說，這個待理解的客體同時又身為執行此任務的主體。一個運作系統可以處理大於或等於本體複雜度的對象嗎？這似乎不僅僅是一個科學問題，還是一個值得思辨的哲學問題。人始終對自身深感好奇，在探索大腦的漫長歷史中，這股好奇心驅使人對大腦的認識累積到一定程度。

➤ 心智在何處？

心智產生於大腦，這個觀念現今普遍被大眾所接受，不過此觀念在過去可是經過許多大膽臆測、挑戰與驗證才得以揭露。如古希臘大哲亞里斯多德（Aristotle, B. C. 384-322）就主張心智是由心臟所主宰；這個說法以現今的角度來看固然不對，但也是由合乎邏輯的推論而得的。亞里斯多德的理由很直覺，跳動的心臟乃生命表徵，人活心就始終跳動著，人死去心就停止跳動，活人能聽、能看、能思、能辨，死人則不行；依照此道理，這些聽、看、思、辨的功能，即是掌握在心臟的每一次的跳動中。到了羅馬時代，著名的醫學家蓋倫（Galen, 130-200）則關注於腦脊髓液（spinocerebral fluid）。蓋倫認為腦脊髓液就像靈魂（spirit），普遍充斥在大腦和脊椎，布達全身，經由特定空間或通道來回流動著；並認為生命來自於「氣」，心智則來自於「動氣」（Pneuma physicon），動氣是藉由腦脊髓液傳到整個大腦中樞和脊椎，乃至於全身，提供生命活動。蓋倫顯然不了解大腦實質固體部分的重要性，僅僅著重在腦脊髓液、腦室等這些循環系統，但總算是摸到了邊。值得一提的是，蓋倫提到的腦室，逐漸為人所重視，因為那裡是產生腦脊髓液的

地方，維持整個大腦中樞的新陳代謝，關係著大腦正常的運作；另外像是第三腦室側壁則極可能是神經細胞分裂重生之所在。

蓋倫的想法似乎比亞里斯多德的要更接近真相一些，不過其背後的邏輯卻與亞里斯多德的大同小異：人呼吸，靠的是氣，人不呼吸，就必然死去，是以氣為生命之核心；而亞里斯多德則認為人活著是靠血液流動，血是生命之大要。這兩位卓越的思想先驅提到了氣與血、心臟與脊髓液，卻都忽略了大腦皮質才是可能產生或居住著靈魂的身體組織。事實上，亞里斯多德只把大腦當作是血液的冷卻器，倒是他的老師柏拉圖（Plato, B. C. 427-347）猜到靈魂就存在於大腦中；就這點而言，柏拉圖可稱為第一位主張心智位於大腦的學者。不過，柏拉圖之所以做此臆測，理由是他覺得大腦組織經擠壓碾碎之後所形成的糊狀液體貌似精液。因此，柏拉圖認為大腦是儲存與製造精液的器官，透過脊椎、骨髓與神經將精液輸送到外生殖器。既然精液乃生命之泉源，那麼象徵生命的心智與靈魂之所在，自然是處於此精液製造器官內。

經過漫長的中古世紀，在文藝復興之後，哲學家笛卡爾（Descartes, 1596-1650）提出一個特別的想法。他認為靈魂存在於大腦的松果體，理由為大腦每一個部位幾乎都是左右各一，唯有松果體（pineal body）是單獨居中。因為靈魂是獨特唯一、完整而不可分裂的，所以承載靈魂的組織不可能分居兩側，而依照當時的解剖學知識，松果體儼然成為心智的合理居所。這個論點有其獨創與迷人之處，但與今日所知的事實仍有相當差距。與笛卡爾同處十七世紀的威立斯（Willis, 1621-1675），則認為大腦新皮質（neocortex）才是人類心智的關鍵。經過了漫長的想像與推測，此說法總算是有所突破，更貼近現代神經科學的想法。

從解剖與生理上的了解

威立斯提出其理論之後的兩百年，人類的生理知識和解剖技術才成熟得可以驗證這類假說。十九世紀末，俄國生理學家高爾基（Golgi,

1843-1926)發明了一種染色技術——高爾基染色法，其染色原理至今仍不明，但它可以將被染色神經細胞的完整結構顯露出來，讓科學家得以透過顯微鏡觀察到單一神經細胞的結構。此時，大腦的研究才算是真正跨了一大步，這項卓越的技術可說是神經科學的里程碑。大腦細胞密密麻麻，用一般的染色技術會將所有的細胞都染色，毫無分別，大腦成為「紫」麻麻的一片（因為當時都用紫色的染色料），但使用高爾基染色法則可以單獨將一個神經細胞給區分開來。高爾基就因這項成就，於1906年與另一位西班牙生理學家卡哈爾（Cajal, 1852-1934）共同榮獲諾貝爾生理醫學獎，這兩名得主對二十世紀神經科學進展的貢獻卓著。

能夠觀察到神經細胞結構，並不等同於了解其作用方式與意義，解剖和生理是不同層次的知識，我們必須清楚知道這一點。高爾基染色法讓我們得知神經元的解剖構造，卻無法進一步解釋其生理功能，所以想知道神經元的生理功能，還得依靠其他技術。例如，1930年代發展出來的單一神經元記錄法（single-neuron recording）就是其中之一，這項技術可以讓我們得知神經元裡頭和外面究竟發生了什麼事。隨著研究技術不斷進步，我們逐漸得以將注意焦點由單一細胞的行為拓展到多個神經細胞的互動，如神經群（neuron assembly）或神經網路（neuron networks）；不過，目前的技術仍有其極限，最多只能研究幾十個神經元之間的活動而已。大腦的結構與運作細節極其複雜，雖然我們在神經解剖與細胞的生理層次已經累積了大量知識，但距離真正了解大腦器官的構造還很遙遠。這可比擬為若要了解一臺收音機，我們目前的知識比較集中在電子零件如電晶體、電容、電阻或局部電路的功能上，這顯然是不夠的，距離收音機是如何運作、各部件又是如何互動的真貌，還有很長一段路程。科學家踏入大腦研究愈深，就愈感到內在世界之遼闊與神祕。

1.2 視覺神經系統簡介

圖 1-1 呈現了大腦的外部結構（彩圖見附錄），此圖為由下往上仰視所見的情形。圖中可清楚找出一對相當顯眼的腦神經，是十二對腦神經當中最為粗大的，這就是負責將來自眼球的視覺訊號傳輸到大腦的視神經。神經纜線愈粗大，代表其所傳送訊息負載量愈大，這就像頻寬愈大的網路纜線直徑就愈粗一般。由視神經的口徑可知，進入大腦的視覺訊號量是相當龐大的。

視神經在離開左右兩眼後在視交叉（*optic chiasma*）處部分交叉，左眼來的神經纖維有一半交叉到右腦去，另一半繼續維持在左腦前進，右眼來的神經纖維亦如是。通過視交叉之後，視神經到達丘腦（*thalamus*），這個地方是所有感官（除了嗅覺）皆會經過的中繼站。丘腦由眾多神經核所組成，其中視覺神經所占的神經核就是外側膝狀體核（*Lateral geniculate nuclei, LGN*）。

從 LGN 至大腦皮質的這一段為視輻射（*optic radiation*）。「輻射」為解剖專有名詞，實際上所指的就是開頭集中，尾端發散的巨大神經束。視輻射到達位於大腦的枕葉的首站，稱作主要視覺皮質（*primary visual cortex*），或者稱作 V1，意指視覺第一站，然後會再繼續進入 V2、V3、V4、V5 等站，並分成幾條路徑往額葉的方向而去，這部分且容稍後再做說明。主要視覺皮質 V1 區若受損，將導致視覺障礙。不過，腦部的物理傷害情況較為複雜，有時一側受到外力撞擊、損傷會在另一側出現，例如前額受到撞擊即可能導致枕部皮質承受最大壓力而受到損害，造成中樞性的視覺障礙。這是由於整個大腦浸泡在腦脊髓液中，而液體無法被壓縮，在密閉腦殼中一側受力，壓力立即會傳導到對側之故。

無論是直接撞擊或對側撞擊，只要視覺皮質受損就可能影響視覺功能，即使眼睛完整無損，也無法擁有正常視覺能力。但這不表示眼睛