

运动知觉阈限的实验研究*

荆其诚 叶 绉

(中国科学院心理研究所)

近几十年来,运动知觉问题在整个知觉理论中逐渐占有重要的地位。欧美心理学家曾建立各种假设解释运动知觉。19世纪末爱斯耐(Exner)^[1],斯特恩(Stern)^[10]便开始对运动知觉进行研究。冯德(Wundt)的“原素论”、“创造性的综合”,赫姆浩斯(Helmholtz)的“象征论”、“无意识推论”对他们有显著的影响。爱斯耐认为运动是一种先验的、直觉的单纯感觉。斯特恩则以运动知觉为一种基于三种因素,即(1)变动的刺激,(2)后像,(3)意志冲动,而产生的结论。此后,对于运动知觉的研究日益增多,而继续出现了各种不同的解释。有人主张运动知觉主要决定于主观注意力,又有人仅以外围生理活动——眼球运动——去解释运动知觉。1912年维尔太墨(Wertheimer)^[11]对于似动现象的研究开创了格式塔心理学,同时,这个研究引起了运动知觉研究的高潮。格式塔派心理学家认为似动现象是脑中某种“短流”(“Kurzschluss”)的产物,并用以说明运动知觉以及各种知觉为一种简单的,整体的,先验的主观经验。狄密克(Dimmick)^[6]在铁钦纳(Titchener)的影响下,根据被试的内省报告而下结论说,运动知觉过程可以分析为最后的知觉原素——“灰”。所有以上的解释都不能正确地说明运动知觉与客观刺激的关系。

关于运动知觉的阈限过去欧美学者曾做过一些研究。但是他们的结果并不一致。奥伯特(Aubert)^[1]及薄尔当(Bourdon)^[2]二人的实验结果曾证明当视野中有静物时,运动知觉的下阈约为1'—2'/秒,当视野中无静物时,奥伯特的结果为10'—20'/秒,而薄尔当测出的下阈却大了一倍。根据勃伦(Brown)^[3]的实验,运动知觉下阈为0.11—0.30厘米/秒(2'—6'/秒),又据狄色瓦(De Silva)^[5]的报告,在最适宜的情形下,当观测距离为2米时,运动知觉的下阈为2厘米/秒。薄尔当认为运动知觉的差别阈是符合韦伯定律(Weber's Law)的。但勃伦及麦斯(Mize)^[4]的实验却与此相反,证明差别阈在10厘米/秒时最低,在此速度以上及以下感受性皆减低。而巴森斯(Parsons)^[10]则以为韦伯定律虽适应于高速度的辨别,但却与分辨低速度的情形不符合。较近,黑克(Hick)^[12]所做的实验证明,恰能察觉出速度的改变,除极快及极慢者外,接近韦伯定律所描述的现象,在最

* 本研究是在曹日昌教授指导下于1953年进行的。

适宜的条件下，無論是恰察覺出的加速或減速的改變都約為標準速度之 12%。關於運動知覺上閾的材料很少。根據狄色瓦的報告，在最適當的情況下，在 2 米距離的物體的運動速度達到 150 厘米/秒時即呈閃動和模糊不清的現象。

運動知覺不僅在理論上富有探討價值，同時，它也頗具實際的意義。在生活中，人們從適應環境到改變自然，大部分開始於對在運動中的物體的觀察以及對它們的處理。然而，前人所應用被試者的數目相當少，在差別閾方面採用的速度範圍也比較狹窄，已獲得的運動知覺研究成果並不豐富，在唯心主義觀點的影響下，更談不到有什麼正確的理論。我們擬對運動知覺進行系統的研究。首先，探討決定運動知覺的各條件，而閾限是各種條件的影響、知覺過程的變化的最好指標，所以我們從閾限的研究入手。這也就是說，我們企圖根據反映論的觀點，自研究運動知覺的閾限中探討出決定運動知覺的各條件，以逐漸對於運動知覺這個問題達到正確而深入的了解，從而也為整個知覺問題的深入研究準備資料與條件。

方 法

為了光照的一致，本實驗是在 40W 日光燈下進行的。應用的刺激物是在一個黑色幕上一條長縫中動的光點。由轉動圓盤上的旋輪綫及變速電馬達調節光點運動的速度。運動的方向是由右至左。縫的寬度是 0.5 厘米，縫的長度（運動的跨度）是 16.5 厘米。被試者與刺激物的距離是 2 米。被試者原為十位（男女各半），但其中一位因病中斷實驗。他們的視力都是正常的，其中七位受過心理學訓練。實驗共分為三部分：下閾、差別閾及上閾。

下閾——在正式實驗之前先使被試者熟悉實驗過程如何進行。告訴被試者呈現的光點有時是動的，有時是不動的（並予示例），如果光點是不動的，就立刻說“不動”，如果光點是動的就立刻說“動”。預試幾次待被試者了解實驗怎樣做以後就開始正式實驗。正式實驗包括六次，每次達到有 67% 以上正確的判斷（即三次中對二次，或三次全對）。這六次結果中三次是加速序（由慢到快），三次是減速序（由快到慢）。

差別閾——選擇了 10 個速度做差別閾實驗（見表 3），每個速度皆做 6 次，即不按固定次序排列的三次加速序及三次減速序的組合。測定的方法是繼續比較法，即是先讓被試注意看標準速度的快慢 5—10 秒，然後逐漸改變比較速度的快慢，告訴被試一察覺出光點的速度加快或減慢即立刻報告出來。

上閾——採取的上閾標準是光點在整個跨度恰好呈現為一綫或恰好不成為一綫時的運動速度。調節光點運動的快慢，記錄在加速序中被試者恰察覺出光點聯成一綫及在減速序中被試者剛察覺出由光點運動所形成的綫中斷時的運動速度各三次。

結果与討論

根据九位被試者的結果,在我們的实验条件下,当观测距离为 2 米时,下閾約为 0.66 毫米/秒,差別閾約为标准速度之 20%,上閾約为 605.22 毫米/秒(見表 1、2、3 及圖 1)。

表 1 运动知觉下閾

被 試 者	下閾(毫米/秒)	加 速	減 速	平 均
		$M \pm \sigma_M$	$M \pm \sigma_M$	$M \pm \sigma_M$
M		0.58±0.049	0.70±0.037	0.64±0.043
L		0.45±0.031	0.52±0.026	0.49±0.029
C		0.74±0.044	0.73±0.037	0.74±0.041
S		0.49±0.049	0.66±0.179	0.58±0.114
Y		0.54±0.196	0.56±0.059	0.55±0.126
H		0.52±0.029	0.43±0.047	0.48±0.038
P		0.39±0.067	0.88±0.051	0.64±0.059
W		0.57±0.035	1.00±0.143	0.79±0.089
G		0.96±0.040	1.07±0.108	1.02±0.074
平 均		0.58±0.060	0.73±0.076	0.66±0.068

表 2 运动知觉上閾

被 試 者	上閾(毫米/秒)	加 速	減 速	平 均
		$M \pm \sigma_M$	$M \pm \sigma_M$	$M \pm \sigma_M$
M		565.25± 8.97	538.12± 4.01	551.84± 6.49
L		532.00± 8.47	520.92±14.51	526.46±11.40
C		631.00±10.53	642.83±11.24	639.92±10.89
S		641.67±14.44	581.58± 6.67	611.63±10.56
Y		645.20± 2.28	563.50± 8.47	604.25± 5.38
H		698.83± 7.16	723.33± 4.58	711.08± 5.87
P		689.50± 7.14	666.17± 4.00	677.84± 5.57
W		538.83±10.42	548.33± 5.72	543.58± 8.07
G		581.58±10.68	585.08±12.39	583.33±11.54
平 均		613.76± 8.90	596.68± 7.95	605.22± 8.43

在我們的实验条件下,运动知觉下閾約为 0.66 毫米/秒,与前人的实验結果虽不相同,但差別并不很大。我們的实验虽不能說是很精密,但是結果的差誤不大,表示还有相当的精确性。我們的下閾結果与奥伯特和薄尔当二人的結果很相似,而与勃倫和狄色瓦所报告的有較大的差別。不过薄倫所列的下閾最低值(0.11厘米/秒)还与我們的实验結果相近,在我們的实验中也有个别被試的結果达到 0.107 厘米/秒和 0.102 厘米/秒。然而勃倫的最高下閾值(0.3 厘米/秒)以及狄色瓦的 0.2 厘米/秒則与我們的 0.66 毫米/秒的差別相当大。我們的实验結果与前人实验結果的差异可能主要是由于实验条件的

表 3 九位被試者的平均运动知觉差別閾

标准速度 (毫米/秒)	差別閾(毫米/秒)			差別閾与标准速度之比		
	加 速	减 速	平 均	加 速	减 速	平 均
8.32(0.5°)	3.94	1.44	2.69	47	17	32
22.04(1.5°)	9.04	2.67	5.86	41	12	27
50.00(3.0°)	19.65	7.02	13.34	39	14	27
83.33(5.0°)	23.47	9.64	16.56	28	12	20
125.00(7.5°)	29.18	16.87	23.03	23	13	18
166.67(10.0°)	40.09	29.27	34.68	24	18	21
218.75(13.0°)	33.74	37.94	35.84	15	17	16
269.23(16.0°)	41.67	52.16	46.92	15	20	18
336.54(20.0°)	55.48	57.17	56.33	16	17	17
416.67(25.0°)	75.03	63.35	69.19	18	15	17

不一致。狄色瓦特别指出他所列举的下閾是在最适宜情况下的結果，而在我們的实验中，当运动速度为 0.2 厘米/秒时，可以很清楚地看出运动来，如果我們的实验条件更适当，0.2 厘米/秒的运动将無疑地会更明显地呈現出来。近代欧美心理学書籍中仍采用 0.2 厘米/秒的結果，而从我們的实验看来，这个数字似乎过大。

在差別閾方面，根据我們的实验結果(表 3)可以看出感觉的变化与刺激的变化有比較固定的关系，大致是符合韦伯定律的。这一点与黑克的结果相似。但是我們所得

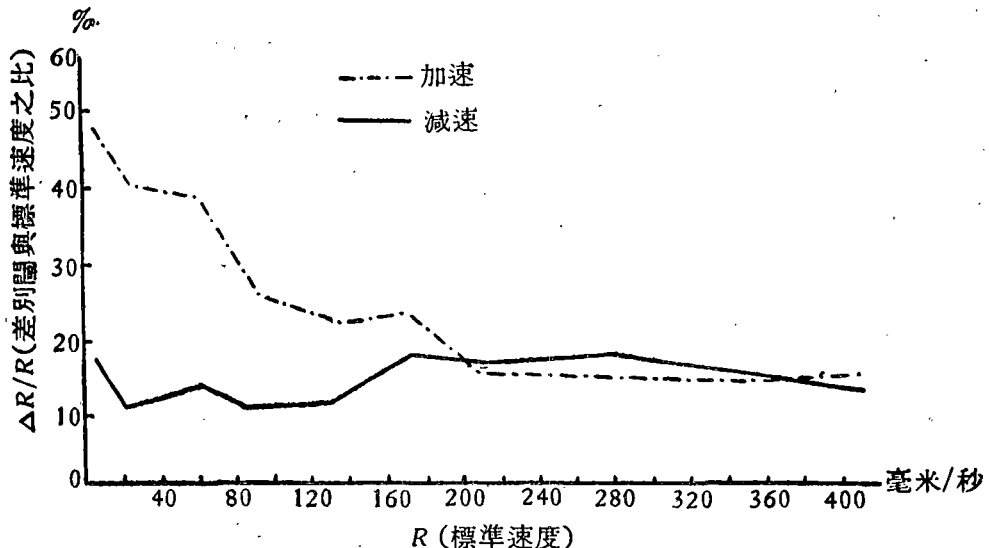


圖 1 运动知觉差別閾曲綫

的差別閾較黑克在最适宜条件下所得的結果为大。总的来說，我們測定的差別閾約为标准速度 20%，慢速运动的差別閾較高，而快速运动的差別閾約为标准速度之 17—18%。由圖 1 的曲綫，可以看出低速度的加速閾限較減速为高。根据分析的结果，有两个可能

的解釋。其一为由于馬达非定速的，有自动加快的傾向，致使标准速度超出預定的速度。在測量前几个速度时，沒有注意这个現象，未能随时調节电压加以校正。另外一个可能是：加速曲綫的傾向也許更接近实际情况。在不同条件下所得的結果不会相同。根据已知的事实至少可以肯定，韦伯定律不是在任何条件下都适用的，可能与前人所指出的一样，对于低速的分辨是不符合韦伯定律的。

当光点在 16.5 厘米跨度中恰好联成一似靜止的綫时（加速序），或联成的綫恰中断时（减速序）的平均速度为 605.22 毫米/秒。我們暫称这个速度所产生的現象为速度知觉上閾。实际上，运动知觉的上閾值与横过的距离成正比，运动物体穿行的距离愈大，产生似靜止的現象所需的速度即愈高。狄色瓦报告的結果是在最适当的情况下，当觀測距为 2 米时，运动知觉的上閾为 150 厘米/秒。由于实验情况并不完全相同，我們不能要求狄色瓦的結果与我們的結果相似。

欧美心理学家往往以閾限为固定不变的，而忽略了閾限乃是由許多条件所决定的。随着条件的改变，閾限也必有变化，如狄色瓦所謂“最适宜的情况下”，其含意好像是閾限达到了某种一定的限度，这种看法是不恰当的，是把感受性看成一种固定的被动的历程，忽視了环境条件的作用，机体的机能状态的影响，以及实践对于人类知觉發展的重大意义。

在以往的运动知觉研究中虽已談到一些影响知觉閾限的条件，如运动物体、环境以及观察者等，但是并未指出各条件的作用究竟如何，它們的决定性意义何在，产生作用的生理基础是甚么，更未搞清楚动知觉与似动知觉的关系。若要徹底了解运动知觉这个问题，必須在多方面的研究中探討出它的主要条件以及它們之間的相互联系，从而也就可以追究运动知觉的高级神經活动机制，其产生及發展的規律。本实验所从事的在一定条件下的运动知觉閾限研究只是运动知觉研究的开端，供进一步研究的参考。

参 考 文 献

- [1] Aubert, H. 1888. Die Bewegungsempfindung. Arch. ges. Physiol., 39, 347-370.
- [2] Bourdon, B. 1902. La perception visuelle de l'espace. Paris: Librairie C. Reinwald. P. 442.
- [3] Brown, J. F. 1931. The thresholds for visual movements. Psychol. Forsch., 14, 249-268.
- [4] Brown, J. F. and Mize, R. H. 1932. On the effect of field structure on differential sensitivity. Psychol. Forsch., 16, 355-372.
- [5] De Silva, H. R. 1929. An analysis of the visual perception of movement. Brit. J. Psychol., 19, 268-305.
- [6] Dimmick, F. L. 1920. An experimental study of visual movement and the phi-phenomenon. Amer. J. Psychol., 31, 317-332.
- [7] Exner, S. 1875. Über das Sehen von Bewegungen und die Theorie des zusammengesetzten Auges. Sitzber. Akad. Wiss. Wien (Mat.-nat. Kl., Abt. 3), 72, 156-190.

- [8] Hick, W. E. 1950. The threshold for sudden changes in the velocity of a seen object. *Quart. J. exp. Psychol.*, 2, 33-41.
- [9] Parsons, J. H. 1927. An introduction to the theory of perception. P. 163.
- [10] Stern, L. W. 1894. Die Wahrnehmung von Bewegungen vermittelt des Auge. *Zsch. f. Psychol.*, 7, 321-385.
- [11] Wertheimer, M. 1912. Experimentelle Studien über das Sehen von Bewegung. *Zsch. f. Psychol.*, 61, 161-265.

(1956年12月22日收到)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПОРОГАМ ЗРИТЕЛЬНОГО ВОСПРИЯТИЯ ДВИЖЕНИЙ

Цзин Ци-чэн и Е Сюань

Институт психологии, АН Китая

Пороги зрительного восприятия движений определялись методом границы у 9 испытуемых с целью установления критерия для дальнейших исследований по восприятию движений. Каждый из испытуемых смотрел на один световой раздражитель, который двигался по одному прямому пути размером 16,5 см. × 0,5 см., на расстоянии 2 метров от раздражителя при флуоресцентном освещении силой 40 ватт. 10 скоростей были отобраны из всего диапазона скоростей зрительно-воспринимаемых движений и были исследованы для определения различительной чувствительности.

Результаты показали, что низший порог представляет 0,66 мм./сек.. При скорости 605 мм./сек. испытуемые видели расплывшуюся полосу света по всему пути. Различительная чувствительность, равная двадцатипроцентному увеличению (или уменьшению) критерия-скорости с большей величиной в ряде увеличения, оказалась в основном в согласии с законом Вебера.

Авторы данной статьи также комментировали некоторые более ранние данные относительно этой темы.

EXPERIMENTELLER STUDIENBEITRAG ZU DEN VISUELLEN BEWEGUNGSSCHWELLEN

CHING CHI-CHENG UND YEH HSÜAN

Institut für Psychologie, Academia Sinica

Die visuellen Bewegungsschwellen sind hier mittels der Grenzmethode an 9 Vpn festgestellt worden, um als Unterlagen für weitere Untersuchungen über die Bewegungswahrnehmung dienen zu können. Jede Vp verfolgte mit den Augen aus einer Entfernung von 2 Metern einen Lichtreiz, der unter einer Leuchtkraft von 40 Watt aus einer fluoreszierenden Lichtquelle eine Weglinie von 16,5 cm mal 0,5 cm entlang lief. Eine Auswahl von 10 verschiedenen Geschwindigkeiten, mit denen die ganze Spannweite visueller Geschwindigkeiten erfasst ist, wurde auf ihre Unterschiedsempfindlichkeit untersucht.

Die Resultate haben gezeigt, dass die untere Schwelle bei 0,66 mm/sek liegt. Bei einer Geschwindigkeit von 605 mm/sek berichteten die Vpn ein verschwommenes Aufleuchten über die ganze Bahn hin. Der Beweis ist erbracht worden, dass die Unterschiedsempfindlichkeit, bei 20%iger Steigerung bzw. Minderung des Standardreizes (mit grösseren Werten für die aufsteigende Serie), im allgemeinen dem Weberschen Gesetz folgt.

Die Verfasser haben auch zu gewissen historischen Behandlungen dieses Problems Stellung genommen.