

视觉标记：一种优先选择机制*

郝芳^{1,2} 傅小兰¹

(¹中国科学院心理研究所, 脑与认知科学国家重点实验室, 北京 100101) (²中国科学院研究生院, 北京 100039)

摘要 视觉标记是与任务目标相关的自上而下的优先选择解释机制。视觉标记理论对 preview 效益——对后出现项目的视觉优先选择现象——提供了合理的解释：对先出现的项目自上而下的抑制提高了对后出现项目的优先选择等级。首先介绍视觉标记经典实验范式和 preview 效益，然后阐述研究者对视觉标记抑制机制的两种主要观点，进而介绍其他优先选择理论对 preview 效益的解释及其局限性，最后指出视觉标记研究中亟待解决的问题。

关键词 视觉标记，优先选择，preview 效益，视觉搜索。

分类号 B842

视觉系统会优先选择与当前行为目标相关的项目，忽略无关项目。这种视觉优先选择 (prioritizing selection) 现象及其机制一直是视觉搜索研究关注的焦点。视觉标记 (visual marking) 是一种近期提出的对后出现项目的视觉优先选择的解释机制^[1]，能合理阐释 preview 效益 (preview benefit)。视觉标记研究成果不仅有助于进一步深化和完善视觉搜索理论，而且具有生态学意义，可以被灵活应用于许多现实情境中，设计和控制视觉优先选择的对象^[1]。

本文将首先介绍视觉标记理论及其经典实验范式以及实验中的 preview 效益，其次阐述视觉标记抑制机制的两种主要观点，然后介绍几种有代表性的其他选择解释机制，并分别说明它们对 preview 效益的解释的局限性，最后对视觉标记研究领域进行总结和展望。

1 视觉标记

视觉标记是自上而下的优先选择解释机制，用于解释先出现项目优先等级下降、后出现项目优先等级提高的现象。

1.1 视觉标记的经典实验范式

Waston 和 Humphreys 最先对视觉标记进行研究^[1]。他们采用三种实验条件：单特征搜索条件、颜色-形状特征联合搜索条件和间隔条件。在间隔条件中，先呈现一部分干扰物，1000ms 后再呈现另一部分干扰物和靶子（靶子可能出现，也可能不出现），靶子如果出现，将只出现在后呈现的项目中。实验结果表明，在上述三种条件中，间隔条件的靶子搜索成绩显著优于特征联合搜索条件的成绩，与单特征搜索条件的成绩非常接近^[1]。Waston 和 Humphreys 认为，出现这种优势是因为观察者抑制了先出现项目的位置，使后出现项目具有较高的视觉优先选择等级。

1.2 视觉标记实验中的preview效益

Watson 和 Humphreys 的视觉标记研究发现了 preview 效益，即间隔条件下的靶子搜索成绩接近单特征搜索条件下的成绩，显著优于特征联合搜索条件下的成绩^[1]。Preview 效益要求先后出现的项目之间的时间间隔至少为 400ms，而研究者一般选择

收稿日期：2005-03-11

* 本研究得到中国科技部 973 项目 (2002CB312103)、国家自然科学基金重点项目 (60433030) 和面上项目 (30270466)、中国科学院心理研究所创新重点项目 (0302037) 经费支持。
通讯作者：傅小兰，E-mail: fuxl@psych.ac.cn

1000ms以使preview效益充分出现。静止的刺激和运动的刺激都会产生preview效益^[1-3]。preview效益受先出现项目的形状变化和运动变化的影响,也受后出现项目和背景的亮度变化以及两组项目的颜色相似性的影响。Preview效益没有因遮挡而消失,但会受第二任务的影响,这说明preview效益的产生消耗注意资源,视觉标记中的注意瞬脱(attentional blink)研究也支持这一点^[4-6]。

1.3 视觉标记的生理学基础

事件相关电位(ERP)和功能磁共振成像(fMRI)研究为视觉标记提供了生理学依据。ERP实验发现,先出现项目呈现时,额叶-顶叶区(fronto-parietal regions)有明显的持续负波出现^[7]。fMRI实验表明,先出现项目会在顶叶上部(superior parietal lobe)出现较早的明显激活,不同于后出现项目引起的颞叶-顶叶连接区(temporoparietal junction region)的激活,顶叶上部的激活可能反映了对旧位置空间地图的编码或视觉选择本身的操作偏向^[8]。

2 视觉标记的抑制机制

自视觉标记理论被提出以来,研究的焦点一直集中在标记的表征内容上,也就是视觉标记究竟标记和抑制了什么表征。研究者对此主要有两种观点:基于先出现项目的位置的抑制和基于先出现项目的特征的抑制。

2.1 基于先出现项目的位置的抑制

Watson 和 Humphreys 认为,视觉标记是对先出现项目的位置做标记,这些位置受到抑制,从而使后出现的项目获得优先选择^[1]。探点探测实验为上述说法提供了支持,观察者为先出现项目位置上的探点探测成绩低于后出现项目位置上的探点探测成绩^[9]。当先出现的项目的编码加工不受干扰时,对其所在位置的抑制最为有效^[5]。有研究者认为,在视觉标记加工中,视觉短时记忆可能存贮了先出现项目的位置,有关位置的记忆被建立并被激活,这些位置在后来的搜索中被排除^[10]。

2.2 基于先出现项目的特征的抑制

视觉标记抑制机制的另一种观点是先出现项目的特征被标记,进而产生基于特征的抑制,使后出现的具有不同特征的项目的优先选择等级被提高^[11,12]。抑制将其作用施加于两组项目之间的共同特征或使这两组项目形成的表征上。先后出现项目的颜色变化、先出现项目的形状变化和亮度变化^[13-15]、先出现项目和靶子的特征相似性^[16,17]等都对视觉标记的抑制作用有影响,为基于先出现项目特征的抑制观点提供了实验支持。

2.3 两种抑制观点的关系

上述两种抑制观点还经常分别被用来解释对静止项目和运动项目的视觉标记:对于静止项目,主要发生基于先出现项目的位置的抑制^[1];对于运动项目,主要发生基于项目特征的抑制^[2]。而近期的实验发现,静止项目也可能发生基于项目特征的抑制^[12]。因此,这两种抑制机制之间的关系,以及它们分别与静止项目和运动项目之间的对应解释关系,目前还不甚明了。基于先出现项目的位置的抑制和基于项目特征的抑制可能并不互相排斥,因为抑制有可能发生在视觉选择的不同水平上^[1,6,15]。

总的来说,根据视觉标记理论,观察者能够最大限度地利用可得信息。如果能够获得某些可区分的特征(如颜色和方向),抑制过程在利用基于位置的抑制之外,还会利用这些可得特征信息,使忽略无关项目的可能性最大化。如果特征信息不可得,视觉标记就依赖基于位置的抑制;而如果基于位置的抑制不可得或很难获得(如运动的项目),视觉标记就依靠基于特征的信息;当所有信息均不可得时,视觉标记就失败了^[12]。

Atchley 等人对视觉标记进行了更全面的阐述,认为视觉标记是与任务目标相关的自上而下的优先选择机制,对后出现项目的优先选择是通过标记先出现项目的位置、颜色、形状和运动来实现的^[18]。

3 其他优先选择解释机制及其局限性

自 Watson 和 Humphreys 提出视觉标记解释机制以来,一些研究者也试图用其他机制说明先后呈

现的项目的优先选择，常被提及的主要有项目突然出现自动获得注意（abrupt onset capture of attention）的解释、返回抑制（inhibition of return）解释和时间分离假说（temporal segregation hypothesis）。

3.1 项目出现自动获得注意的解释

项目出现自动获得注意在对preview效益的解释中常被提及，它是一种刺激驱动的自下而上的解释机制，强调刺激本身突然出现或发生变化对优先选择的影响。而视觉标记是一种自上而下的抑制机制，强调观察者的意愿和所要完成的任务的作用，可以随观察者的意愿被打开或关闭^[1]。当观察者所要完成的任务要求抑制先出现的项目时，视觉标记是明显有助于视觉搜索的优先选择机制^[18]。视觉标记中的老龄化研究也支持视觉标记与当前任务要求有关^[11]。

Donk和Theeuwes的实验发现，当后出现的项目和背景是同等亮度时，preview效益消失了，这似乎支持项目出现自动获得注意的解释^[9]。但Watson等人^[3]对Donk等人^[9]的实验结果做了不同解释，他们认为，也许要先后出现的项目的位置被清楚地加以分离后，标记才可能发生，而亮度变化所造成的优先选择可能是由于对位置的标记同时对亮度的改变也敏感，不能因此而否认抑止机制。

自动获得注意机制所能涉及的新出现项目的数量是有限的，这会使新出现项目中只有一部分被优先选择，这和preview效益不一致^[3]。而且，在旧项目位置上发生的改变并不总是会引起新项目的优先选择^[1]。除此之外，自动获得注意机制不能解释在遮挡条件下仍然存在preview效益的现象^[5]，也不能预测第二任务对preview效益的干扰和第二任务对探点探测任务所产生的积极效果^[1,4,15]。自动获得注意机制本身的容量限制，其相当快的时间进程，以及对局部亮度改变的敏感性都表明，它不能为preview效益提供完整的解释。

3.2 返回抑制

另一种被用来解释preview效益的机制是返回抑制。当某个物体或某个位置以前被注意过，再次

注意这个物体或位置的反应时会变慢，这被称为返回抑制。返回抑制的容量比较小，一般最多只能抑制后4个或5个位置。而在preview搜索中，先出现项目的数量多于其容量限制，因而返回抑制不适宜解释preview效益。而且，当先出现的项目消失后再次出现，根据返回抑制的解释，对先出现项目位置的抑制会一直保留，再次出现在以前位置的干扰物将仍被抑制。但实验结果却发现，再次出现的干扰物没有受到抑制，并与新出现的项目竞争注意资源^[1]。另外，视觉标记的加工过程需要意识参与，它对相关项目的属性敏感，这都与返回抑制不同^[4,6]。生理学的证据也表明视觉标记和返回抑制有不同的控制和调节脑区^[20]。

3.3 时间分离假说

时间分离假说认为，观察者主要依靠时间分离线索对后出现项目进行优先选择，而无需抑制先出现的项目^[21]。尽管这个解释强调了抑制解释没有涉及的知觉分组加工，但它不能说明先后出现的项目在搜索条件下所产生的探点探测差异，也不能说明为什么第二任务干扰preview效益，以及为什么先出现项目的一些改变会干扰搜索，而另一些改变没有干扰搜索^[15]。

上述三种优先选择机制说明了先后呈现项目的优先选择中的一些现象，但不能提供完整全面的解释，而视觉标记理论则从抑制角度对先后呈现项目的优先选择做了颇具说服力的阐述。然而，上述机制也不能被完全否定。最近的研究发现，除了视觉标记这个主动选择机制之外，被动机制可能也有贡献。视觉标记中的记忆研究也说明了这一点^[10]。

4 总结和展望

视觉标记是对时间上先后呈现项目的优先选择的解释机制，标记的加工可以由观察者控制，能被很快打开和关闭。显然，当我们处在一片丛林中时，对树木的抑制可以使我们将更多注意分配到新出现的物体上，但树木的变化也会引起我们的注意，以便觉察危险的存在。因此，对新出现项目的优先选择的主动控制具有重要的生态学意义，它可

以使观察者及时调整对物体的优先选择,适应当前的任务和环境。

视觉标记理论自1997年由Watson和Humphreys提出以来,一直在与其他解释机制的争论过程中不断发展。研究者从最初关注基于先出现项目的位置的抑制,到关注基于项目特征的抑制,再到可能的后出现项目中的干扰物的抑制,视觉标记的抑制机制的研究在不断深入。然而,视觉标记的研究中还存在亟待解决的五个问题。

首先,视觉标记的主动机制和被动机制在先后呈现项目的优先选择加工中的作用及其相互影响还有待进一步探讨。在上述研究回顾中我们也看到新出现项目对观察者的选择也有影响,被动机制可能具有某些贡献^[19]。

第二,视觉标记的基于先出现项目位置的抑制和基于特征的抑制这两种解释之间的关系和适用范围还不明确。它们可能分别适用于不同情况:视觉标记的前期研究发现,静止项目可以被基于位置的抑制所忽略^[1],运动项目可以被基于特征的抑制所忽略^[2];但最近的研究发现,有时基于特征的抑制也对静止项目有作用^[4];而在某些情况下,即使不可能发生基于特征的抑制,运动项目也可以被忽略^[22]。由此看来,有时一种抑制机制就可以说明问题,但有时却需要两种机制。除了上述两种解释机制之外,也许还有其他抑制机制起作用,如对后出现项目中的干扰物的抑制促进了靶子的搜索成绩。

第三,单纯的形状变化对视觉标记的影响还不清楚。在以往对旧干扰物形状变化所产生的影响的研究中,通常在形状变化的同时还包含项目身份变化的重叠效果^[13],因此,将来的研究应尝试考察单纯的形状变化的作用。

第四,目前的视觉标记实验所使用的实验材料比较单一,限制了在某些属性特征上的考察。大多实验都使用字母作为刺激^[1],还有少量使用线条^[12],但很少使用几何图形。使用其他刺激材料是否也可以得到与字母刺激同样的结果还有待验证,而使用几何图形作为刺激也许更适宜考察形状等特征变化的影响^[13]。

最后,间隔条件的preview效益在某些情况下存在,而在另外一些情况下却没有出现^[17]。发生这种现象的条件和原因还需要深入思考,因此,有必要系统地比较上述两种情况下的结果,进一步考察视觉标记抑制机制及其可能发生的变化。

参考文献

- [1] Watson D G, Humphreys G W. Visual Marking: Prioritizing selection for new objects by top-down attentional inhibition. *Psychological Review*, 1997, 104(1): 90~122
- [2] Watson D G, Humphreys G W. Visual marking of moving objects: A role for top-down feature based inhibition in selection. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 1998, 24(3): 946~962
- [3] Watson D G, Humphreys G W, Olivers C N L. Visual marking: using time in visual selection. *Trends in Cognitive Sciences*, 2003, 7(4): 180~186.
- [4] Olivers C N L, Humphreys G W. When visual marking meets the attentional blink: More evidence for top-down, limited capacity inhibition. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 2002, 28(1): 22~42
- [5] Kumar M A, Humphreys G W, Smith K J, etc. When a re-appearance is old news: visual marking survives occlusion. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 2003, 29(1): 185~198
- [6] Olivers C N L, Humphreys G W, Heinke D, etc. Prioritization in visual search: Visual marking is not dependent on a mnemonic search. *Perception and Psychophysics*, 2002, 64: 540~560
- [7] Jacobsen T, Humphreys G W, Schroger E, etc. Visual marking for search: Behavioral and event-related brain potential analyses. *Cognitive Brain Research*, 2002, 14: 410~421
- [8] Pollmann S, Weidner R, Humphreys G W. Separating distractor rejection and target detection in posterior parietal cortex—An event-related fMRI study of visual marking. *NeuroImage*, 2003, 18: 310~323
- [9] Watson D G, Humphreys G W. Visual marking: Evidence for inhibition using a probe-dot detection paradigm. *Perception and Psychophysics*, 2000, 62: 471~481
- [10] Jiang Y, Wang S. What kind of memory supports visual

- marking? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 2004, 30(1): 79~91
- [11] Watson D G, Maylor E A. Aging and Visual Marking: Selective Deficits for Moving Stimuli. *Psychology and Aging*, 2002, 17(2): 321~339
- [12] Olivers C N L, Humphreys G W. Visual marking inhibits singleton capture. *Cognitive Psychology*, 2003, 47: 1~42
- [13] Watson D G, Humphreys G W. Visual marking and visual change. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 2002, 28(2): 379~395
- [14] Jiang Y, Chun M M, Marks L E. Visual marking: Dissociating effects of new and old set size. *Journal of Experimental Psychology: Human, Learning and Memory. Cognition*, 2002, 28(2): 293~302
- [15] Humphreys G W, Watson D G, Joliceur P. Fractionating the preview benefit in search: Dual-task decomposition of visual marking by timing and modality. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 2002, 28(3): 640~660
- [16] Theeuwes J., Kramer, A., Atchley, P. Visual marking of old objects. *Psychonomical Bulletin and Review*, 1998, 5: 130~134
- [17] Gibson B, Jiang Y H. Visual marking and the perception of salience in visual search. *Perception and Psychophysics*, 2001, 63(1): 59~73
- [18] Atchley P, Jones S, Hoffman L. Visual marking: a convergence of goal- and stimulus-driven. *Perception & Psychophysics*, 2003, 65(5): 667~677
- [19] Donk M, Theeuwes J. Visual marking beside the mark: Prioritizing selection by abrupt onsets. *Perception and Psychophysics*, 2001, 63: 891~900
- [20] Lepsien J, Pollmann S. Covert reorienting and inhibition of return: An event-related fMRI study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 2002, 14: 127~144
- [21] Jiang Y, Chun, M., Marks, L. Visual marking: Selective attention to asynchronous temporal groups. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 2002, 28(3): 717~730
- [22] Watson D G. Visual marking in moving displays: Feature-based inhibition is not necessary. *Perception and Psychophysics*, 2001, 63: 74~84

Visual Marking: A Mechanism of Prioritizing Selection

Hao Fang^{1,2} Fu Xiaolan¹

¹*State Key Laboratory of Brain and Cognitive Science, Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China*

²*Graduate School, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China*

Abstract: Visual marking has more reasonably explained the phenomena of prioritizing selection that occur in temporal asynchrony between new and old items. Theory of visual making supposes that the top-down inhibition of old items prioritizes new items. This article reviewed the classical experiment paradigm of visual marking and the preview benefit, and then summarized two views of inhibition mechanisms, i.e., the inhibition based on the location and the inhibition based on the feature. Several other mechanisms and relevant limitations were analyzed. The implication in the study of visual marking was provided.

Key words: visual marking, prioritizing selection, preview benefit, visual search.