

• 研究前沿(Regular Articles) •

基于物体的注意的机制与影响因素^{*}

赵欣 袁杰 徐依宁 傅世敏

(清华大学社会科学学院心理学系, 北京 100084)

摘要 视觉选择性注意的研究是认知心理学领域的热点之一。注意选择的表征不仅可以基于空间,也可以基于物体。基于物体的注意(object-based attention, OBA)的研究范式主要有双矩形提示范式和侧干扰范式,有关基于物体的注意的机制的理论有感觉增强理论、注意优先理论和注意转换理论。影响基于物体的注意效应的因素主要有刺激本身的特征(如刺激呈现时间)、其它知觉过程和经验因素等。视觉物体的概念既包括格式塔知觉组织原则定义的物体,也包括无意识下的物体、变化之后的物体和自上而下的物体。

关键词 基于物体的注意; 基于空间的注意; 双矩形提示范式; 视觉物体

分类号 B842

1 引言

人类的视觉加工具有一定的选择性。由于人类有限的视觉处理和信息加工能力,视觉注意必须对大量的外界刺激信息予以选择,只能对有限的信息进行进一步加工。视觉注意及其机制的研究一直以来都是认知心理学领域的热点之一。

理解视觉注意机制的关键之一便是探究视觉注意进行选择操作所基于的表征类型,也即视觉选择的信息是以何种形式表征的。20世纪80年代之前,基于空间的注意(space-based attention, SBA)的观点占据了主流,认为视觉选择的操作是基于对视野的空间表征,视觉注意选择的是特定的空间位置并对相应空间内的信息进行加工。研究者将其比作“聚光灯”(Eriksen & Eriksen, 1974; Posner, 1980)、“变焦透镜”(Eriksen & St James, 1986; LaBerge, 1983)、“空间梯度”(Downing, 1988; Downing & Pinker, 1985)等。这些类比都强调了空

间位置在注意中的重要作用,认为注意仅可分配给连续的空间区域以及区域内的视觉信息。其中,Posner (1980)采用预提示范式(Pre-cuing paradigm)发现了基于空间的注意。在实验中,研究者给被试呈现3个并排的方框,并要求被试注视中央的方框。之后会出现提示指示目标出现的位置。提示之后,在左右两个方框其中之一会出现目标,被试的任务为尽快对目标进行反应。结果发现当目标出现的位置与预提示指示的方向一致时(即有效条件)反应更快,这说明了注意可以引导对某一位置的信息进行加工。其它相关研究也表明,无论观察者的行为目标如何,注意都是基于选定的空间和位置,选定的区域内的所有刺激都将得到一定程度上的加工。

20世纪80年代初,研究者意识到,除了空间之外,注意选择还可能依赖于物体和特征(Duncan, 1984; Kahneman & Chajczyk, 1983; Kahneman & Henik, 1981)。也就是说,物体可以作为注意选择中的一个知觉单元。尽管两个物体可能占据同一个空间位置,或者一个物体的各个组成部分分散在空间上的不同位置,注意都可以仅选择并促进加工其中一个物体的各个部分,而不选择另一个物体。本文将通过介绍基于物体的注意的主要行为研究范式及研究成果,阐述基于物体的注意机制的3种理论假说和相关实证研究,并着重

收稿日期: 2013-09-09

^{*} 国家自然科学基金项目(31371142)和清华大学自主科研计划(2011Z02177)资助。

赵欣和袁杰为共同第一作者

通讯作者: 傅世敏, E-mail: shimin.fu@gmail.com;

sfu@tsinghua.edu.cn

探究影响基于物体的注意的因素及视觉物体概念的定义,最后简要展望未来可能的研究方向。

2 基于物体的注意的研究范式

在基于空间的注意观点占据主流的时期,也有研究者进行了有关基于物体的注意的探索,很多研究结果提出物体可以影响注意的分布,即使与任务无关,对物体某一方面或某一部分的注意也可以促进同一物体其它方面的加工(Kahneman & Chajczyk, 1983; Kahneman & Henik, 1981)。

Duncan (1984)通过测量被试可以同时选择的物体的数量来探究注意的有限性。该研究中使用的刺激为有缺口的矩形框及叠加其上的线段,线段可能是点线段或虚线,可能向左或向右倾斜,矩形框或大或小,缺口可能在左侧或右侧。实验任务为对一个或多个物体特征进行报告:被试可能需要报告一个物体上的一个特征(如线段的倾斜方向),同一物体上的两个特征(如线段的倾斜方向和形状),或不同物体上的两个特征(如线段的倾斜方向和矩形框的大小)。结果发现与只需报告一个特征的实验条件相比,当需要报告的第二

个特征在同一物体上时被试反应的正确率并没有显著降低;但当第二个特征在不同物体上时,正确率显著下降。因为两个物体均处于同一空间范围内,所以该结果很难用基于空间的注意去解释,但却说明注意可能是选择了物体作为表征形式,当注意到物体的一个方面时可能物体的其它方面也得到了加工。后来的其它实验中也出现了类似的物体内部加工优势的现象(Baylis & Driver, 1993; Vecera & Farah, 1994)。

基于物体的注意最具开创性和影响力的研究范式为 Egly 等(1994)的双矩形提示范式(如图 1 所示)。在此实验中,他们向被试呈现两个分别位于注视点左右的矩形框。在其中一个矩形框的某一端上会出现突然变亮的提示,在提示之后紧接着会出现一个灰色方块作为目标。在目标出现的试次中,目标可能出现在 3 个位置:75%的概率出现在被提示的位置(有效提示条件)、12.5%的概率出现在被提示的矩形框的非提示端(同一物体内、无效提示条件)、12.5%的概率出现在非提示矩形框的一端(不同物体间、无效提示条件),该端与提示端的距离和被提示矩形框内提示端与非提示端的

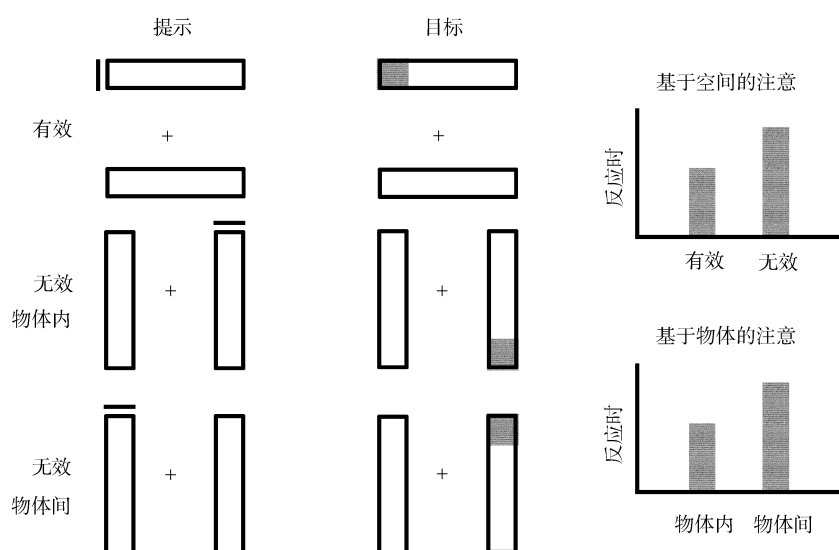


图 1 Egly 等(1994)的双矩形提示范式中采用的刺激及结果示意图。给被试呈现两个竖直或水平的矩形框。随后出现 100 ms 的提示,指示目标最有可能出现的位置。之后会出现目标,被试需要尽快对目标做出反应。在“有效提示”条件中,目标出现在提示出现的位置;在“同一物体内,无效提示”条件中,目标出现在被提示的矩形框的非提示端;在“不同物体间,无效提示”条件中,目标出现在非提示的矩形框的一端,且该端与提示出现的位置的距离与提示矩形框内提示端与非提示端之间的距离相等。结果发现,在两种无效提示的条件中,当目标出现在同一物体内时被试的反应要显著快于目标出现在不同物体间的条件。(本文作者绘制)

距离相等。实验任务为尽快察觉到目标并做出反应。另外,还有一部分探测试次(catch trial)不出现目标。结果发现被试在有效提示条件下的反应时显著快于其它两种条件,这证明了基于空间的注意效应的存在。重要的是,被试在同一物体内、无效提示条件下的反应要显著快于不同物体间、无效提示条件。由于这两个条件中目标距离提示的距离相同,排除了空间因素的影响,反应时上的差异便证明了基于物体的注意,也即注意在同一物体上扩散得更快,从而使得同一物体上的各个部分得到更快的加工。此实验同时证明了基于空间的注意效应和基于物体的注意效应(Egley, Driver, & Rafal, 1994)。之后出现的很多此实验范式的变式,都得到了类似的结果(Chen, 1998; Lavie & Driver, 1996; Macquistan, 1997)。近期,Theeuwes 等(2010)采用该范式,利用眼动技术也印证了基于物体的注意的存在:同为无效提示,相比于非提示矩形框的一端,被试更倾向于将目光移向被提示的矩形框内的非提示端(Theeuwes, Mathôt, & Kingstone, 2010)。

另外一种被广泛用于探究基于物体的注意的实验范式是侧干扰范式(Eriksen & Eriksen, 1974; Kramer & Jacobson, 1991)。在Kramer和Jacobson(1991)的研究中,目标出现在视野中央,周围出现干扰子,干扰子可能与目标一致或不一致。实验分为同一物体和不同物体两种实验条件:在同一物体条件中,目标与干扰子属于同一物体或同一知觉群组;在不同物体条件中,目标与干扰子属于不同物体或知觉群组。实验任务为判断视野中央的目标为点线还是虚线,并尽快做出反应。结果首先发现了干扰效应,即目标与干扰子不一致时被试的反应时显著长于一致时的反应时。更为重要的是,在以轮廓、颜色、共同运动、连续性等原则定义物体时,均发现相同物体条件下的干扰效应显著大于不同物体条件下的干扰效应,表明当干扰子与目标在同一物体上时,干扰子也会得到更多的加工。这再次证实了基于物体的注意效应的存在,说明注意将属于同一物体的各个特征一同选择。

3 基于物体的注意的机制及相关研究

基于物体的注意的机制主要有3种解释:感觉增强理论(sensory enhancement),注意优先理论

(attentional prioritization)和注意转换理论(attentional shifting)(Chen, 2012; Shomstein, 2012a)。感觉增强理论认为注意依照物体边界进行扩散,对注意选择的物体感觉表征的增强引发了基于物体的注意效应,并强调这一过程是自动的(Avrahami, 1999; Chen & Cave, 2006, 2008; Richard, Lee, & Vecera, 2008; Vecera & Farah, 1994; Weber, Kramer, & Miller, 1997)。注意优先理论认为基于物体的注意是基于视觉加工中被注意的物体优先加工的一种偏向,强调其可变性和策略性(Shomstein & Yantis, 2002, 2004)。注意转换理论则强调注意在物体之间的转换,相比于在物体内部的转换消耗更多的认知资源(Lamy & Egeth, 2002)。

感觉增强理论(也被称作注意扩散理论)认为当注意被吸引到某一空间位置时,会发生两个自动的过程。以Egley等(1994)的实验为例,其一为产生以提示位置为中心的空间上的表征梯度:根据距离由近及远向四周扩散,强度逐渐减小。行为实验中发现的以提示点为中心的反应速度和正确率上的距离效应(Posner, Snyder, & Davidson, 1980),以及神经影像实验中空间上衰减的表征强度均印证了这一过程(Müller & Kleinschmidt, 2003; Shomstein & Behrmann, 2006)。其二为产生以物体边界建立的空间上的表征梯度,使得注意物体内部的表征要强于物体外部的表征。而且,这两个过程都是自动的。但是,关于物体边界如何影响注意的控制和分配,还需要进一步的探究和解释。

基于物体的注意机制的第二种理论解释是由Shomstein和Yantis(2002)提出的注意优先理论。该理论认为基于物体的注意是一种灵活可变的注意优先机制。具体来说,与感觉增强理论不同,当注意被吸引到某一空间位置时,注意优先理论认为会发生一个自动的过程和一个可变的策略性过程,自动的过程即为产生基于提示位置的空间梯度,引起加工上的距离效应。除此之外,根据环境和当前的行为目标会产生特定的策略,从而造成一种灵活可变的梯度效应:注意将被优先放置到已被注意的物体范围内,使得被注意物体的非注意部分相比其它物体得到更多的加工,也就产生了基于物体的注意效应。

我们可以看出,感觉增强理论和注意优先理论都可以合理解释Egley等(1994)的双矩形提示实

验的结果。但在有些实验中, 两种理论会有不同的预期。在 Shomstein 和 Yantis (2002)的研究中, 刺激由形成交叉十字的两个小矩形和一个大矩形组成(如图 2 所示)。被试的任务是辨别视野中央的目标, 同时忽略周围的干扰字母, 干扰字母可能与目标字母出现在同一物体上, 也可能出现在不同物体上。而目标的空间位置是 100%确定的, 也即目标一定出现在视野中央。根据感觉增强理论, 注意会在被注意的物体上扩散, 形成表征梯度, 所以物体上的侧干扰字母会得到加工, 导致更大的干扰效应。因而当侧干扰字母与目标出现在同一物体上时, 相比于干扰子出现在不同物体上, 被试识别目标的反应时受目标与干扰子的一致性的影响应该更大。相反, 根据注意优先理论, 由于目标位置是确定的, 所以被试只需对一个位置(即视野中央)进行进一步加工即可, 所以干扰子的干扰效应并不会受干扰子与目标是否属于一个物体影响。此实验的结果证实了注意优先理论的预期。

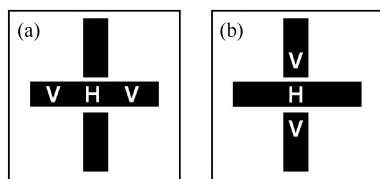


图 2 Shomstein 和 Yantis (2002)采用的刺激示意图。目标总是为中间的字母, 被试需要对其进行辨别反应并忽略周围的干扰字母。干扰字母可能与目标字母出现在同一物体上(图 a), 也可能出现在不同物体上(图 b)。结果发现, 干扰子的干扰效应不会受到干扰子和字母是否位于同一物体上的影响。(经版权所有 Springer 出版社授权, 改绘自 Shomstein & Yantis, 2002)

尽管如此, 有很多其它实验却得到了相反的结果: 即使在事先确定目标位置的情况下, 基于物体的注意效应依然会出现(Chen & Cave, 2006, 2008; Kim & Cave, 2001; Richard et al., 2008)。Chen 和 Cave (2006)提出, Shomstein 和 Yantis (2002)的研究中被试可能将呈现的刺激看作一个整体的物体, 而非 3 个独立的物体, 因而没有发现该效应。为了证明这一观点, 他们首先重复了 Shomstein 和 Yantis (2002)的实验。之后为了确保被试将呈现的刺激知觉为 3 个独立的物体, 研究者操控了在不同试次中呈现的矩形的数量: 在有

的试次中仅呈现两个小矩形, 有的试次中则仅呈现大矩形。结果发现, 在这样的情况下, 即使目标位置确认也会出现基于物体的注意效应。所以当被试将呈现的刺激知觉为 3 个不同的物体, 即使事先确定目标出现的位置, 对物体的表征也会引导注意的选择, 从而导致该效应的出现。

尽管 Chen 和 Cave (2006)的发现与注意优先理论的预期不一致, 但两者并非完全矛盾。注意优先理论之所以认为目标位置的确定性会使基于物体的注意效应消失, 是因为这种位置上的确定性使注意可以有效过滤与任务无关的物体表征信息, 而仅仅集中在目标所在的空间位置。但是, 在 Chen 和 Cave (2006)的实验中, 由于在不同的试次中, 物体的形状结构不同, 那么即使目标位置确定, 物体的形状结构却不确定。这种形状结构的不确定性也会改变注意分配, 造成被试无法成功过滤与目标无关的物体表征, 从而产生基于物体的注意效应。

除此之外, Richard 等(2008)认为, 在 Shomstein 和 Yantis (2002)的实验中未出现基于物体的注意效应, 可能是由于被试认为目标字母仅仅是放置在矩形这一物体上, 而非是属于物体的一部分。Richard 等(2008)使用侧干扰实验范式, 发现当目标被知觉为物体的一部分时产生了基于物体的注意效应, 而当它被知觉为仅仅是放置在矩形上的一个字母时则没有产生该效应。基于这些结果, Richard 等(2008)提出, 若要在目标位置确定的实验中发现基于物体的注意效应, 其关键因素为被试将与任务相关的特征知觉为物体的一部分, 而非与物体分离的一部分。虽然此结果具有一定意义, 但它却又无法解释在其它实验中, 当与任务相关的特征显然不是物体的一部分时, 依然发现了基于物体的注意效应的情况(Chen & Cave, 2006, 2008)。这些分歧有待进一步的研究去解决。

与之前采用的实验范式不同, Drummond 和 Shomstein (2010)采用 Egly 等(1994)的双矩形提示范式探究目标位置的确定性是否会使基于物体的注意效应消失, 试图解决 Chen 和 Cave (2006)关于被试未将呈现的刺激知觉为 3 个独立的物体的质疑。在该实验中, 他们采用双矩形提示范式去操控目标位置的确定性, 在有些条件下目标位置是 100%确定的, 有些情况下则是不确定的。结果

发现当目标位置确定性增加时,基于物体的注意效应消失了(Drummond & Shomstein, 2010)。这说明 Shomstein 和 Yantis (2002)实验中发现的结果并不是由于被试未将十字交叉的矩形刺激知觉为 3 个不同的物体引起的,它与注意优先理论的预期一致,说明基于物体的注意选择依赖于策略性的注意优先机制。

Donovan, Pratt 和 Shomstein (2011)采用无提示的时间顺序判断范式(temporal order judgment),向被试呈现两个横向或竖向摆放的矩形,1秒之后两个目标刺激会先后出现在相同或不同的物体上,被试需要报告其中哪一个刺激先出现。结果发现,相比出现在不同物体上,当两个刺激出现在同一物体上时被试的表现更好,体现出了物体内部的加工优势;而值得注意的是,当2/3的试次中两个目标出现在不同物体上时,这种物体内部的加工优势就消失了(Donovan et al., 2011)。该研究一方面证明基于物体的注意并不需要空间上的提示,另一方面说明它并非一个完全自动的过程,会受到当前环境因素的影响,因而进一步支持了注意优先理论。

以上两种理论都得到了一些实证研究的支持,而当刺激的类型或呈现的时间不同时,得到的实验结果可能会分别支持不同的理论。Zhao 等(2013)的研究采用侧干扰范式探究目标类型和呈现时间对于目标位置确定时基于物体的注意效应的影响。在他们的实验中,目标的位置一定在中央,操控目标和干扰子的类型(字母或图形)和呈现时间(长或短),结果发现,当目标是图形时,无论呈现时间长短,均出现了基于物体的注意效应;而当目标是字母时,基于物体的注意效应仅仅出现在当呈现时间较短时。

此外,Shomstein (2012)在注意优先理论的基础上还提出了不确定性减少理论(uncertainty reduction hypothesis),认为当刺激的不确定性比较高,如目标的位置或目标的特点不确定时,视觉系统会利用环境中尽可能多的可用信息来引导注意选择,于是会产生较强的基于物体的注意效应;而当刺激的不确定性较低时,认知资源几乎都集中在相关的信息上,那么效应也就会降低。其实实验证明,当目标刺激的位置和颜色不确定时,效应的大小提高了。另外,该理论还认为,奖励因素是通过降低不确定性来减小基于物体的注意效

应的(Shomstein, 2012b)。比如, Lee 和 Shomstein (2010, 2013)采用 Egly 等(1994)的双矩形提示范式,研究不同的奖励模式对于基于物体的注意效应的影响。研究中有 3 种奖励模式:“随机奖励”、“物体内-奖励”、“物体外-奖励”。在“随机奖励”中,对于目标出现在各个位置上的正确反应均给予随机的高奖励或低奖励;在“物体内-奖励”中,对于出现在同一物体内、无效提示位置上的目标的目标的正确反应给予高奖励,而对于出现在不同物体、无效提示位置上的目标的目标的正确反应给予低奖励;“物体外-奖励”则恰好相反,即对于出现在不同物体、无效提示位置上的目标的目标的正确反应给予高奖励,而对出现在同一物体内、无效提示位置上的目标的目标的正确反应给予低奖励。结果发现,在“物体内-奖励”的模式中,被试对出现在同一物体内、无效提示位置上的目标的目标的反应显著快于对出现在不同物体、无效提示位置上的目标的目标的反应;而在“物体外-奖励”的模式中,则恰好相反。这表明当操控对于不同反应的奖励时,原本的基于物体的注意效应可能会消失,不同的奖励模式成为影响被试反应的主要因素(Lee & Shomstein, 2010, 2013)。Shomstein 和 Johnson (2013)将奖励的形式从物质奖励扩展到非物质奖励,发现单纯的积分奖励也会使原有的物体内部的加工优势消失(Shomstein & Johnson, 2013)。另外, Carter 和 Shomstein (2013)采用侧干扰范式发现,刺激的不同维度的不确定性对基于物体的注意的影响程度有所不同,其实实验操控了目标呈现的延迟时间和类型两个维度的不确定性,发现仅在延迟时间不确定的情况下,发现了基于物体的侧抑制干扰效应(Carter & Shomstein, 2013)。这一理论既是对注意优先理论的修正和完善,也为基于物体的注意机制的研究提供了新的方向。

最后一种理论解释为注意转换理论,认为基于物体的注意的出现是由于注意在物体之间进行转换比在物体内部进行转换所需消耗的认知资源更多。Lamy 和 Egeth (2002)运用 Egly 等(1994)的实验范式的变式,探究了被试在需要或不需要注意转换时的表现。结果发现,决定基于物体的注意是否出现的关键因素为是否需要转换注意,基于物体的注意效应仅出现在需要注意转换的情况下。比如,若被试的任务为在预提示之后探测目标的出现,则会出现基于物体的注意效应。在这

种情况下, 由于在目标之前出现预提示, 被试需要将注意从被提示的位置转换到目标位置。相反, 若没有预提示, 被试的任务为判断两个同时出现的目标的大小时, 便没有发现该效应。此时, 由于没有预提示, 被试会采用一种较广泛的注意窗口从而避免了注意的转换。由于物体之间注意的转换更有难度, 因而也有更多的消耗, 所以基于物体的注意效应仅出现在有预提示的、需要注意转换的情况下。Posner 和 Cohen (1984) 提出, 注意转换的过程分为 3 个独立的操作: 脱离(注意从原先的位置上脱离)、移动(注意从一个位置转移到另一个位置)和投入(注意集中到一个新的位置)(Posner & Cohen, 1984)。Brown 和 Denney (2007) 设计了一系列需要被试在物体内部或者物体之间转换注意的实验, 主要探究脱离和投入这两个阶段。结果发现, 在脱离阶段, 从一个物体上脱离注意比从物体中的某一个位置上脱离注意所需要的资源消耗更大; 而在投入阶段, 对一个新的物体投入注意与对同一物体的一个新的位置投入注意需要的资源消耗没有显著差别。由此他们提出, 基于物体的注意可能反映了该注意中脱离过程的资源消耗(Brown & Denney, 2007)。值得注意的是, 物体间注意转换的资源消耗可能仅仅是触发基于物体的注意的多个因素之一, 因为在其它很多实验中, 在没有预提示出现, 不需要注意转换的情况下, 基于物体的注意效应也出现了(Chen & Cave, 2006; Duncan, 1984; Kim & Cave, 2001; Richard et al., 2008)。

总体而言, 这 3 种理论解释并非完全矛盾。注意会在物体内部扩散, 但这种扩散却不一定是自动的。物体的分离以及由此产生的注意的分配均有可能是由策略控制的。物体之间注意转移所需要消耗的更多资源也可能促成了基于物体的注意效应的产生。

除行为研究之外, 研究者们也逐渐采用 ERP 和 fMRI 技术对基于物体的注意的神经机制进行了研究。Valdes-Sosa 等(1998) 使用 ERP (event related potentials) 技术发现了基于物体的注意效应的脑电成分(Valdes-Sosa, Bobes, Rodriguez, & Pinilla, 1998)。他们所采用的实验刺激为两组叠加的点阵。这两组点阵可能在颜色和运动方向上均有所不同, 由此可被知觉为两个物体; 也可能仅仅颜色不同而运动方向相同, 由此可被知觉为一

个向某一方向旋转的物体。被试的任务为注意其中一种颜色的点阵, 并对其运动方向进行判断, 同时忽略另一颜色的点阵。结果发现, 当两组点阵被知觉为一个物体时, 后部的 P1 和 N1 与被注意的和不被注意的两组点阵均相关; 而当两组点阵被知觉为两个物体时, P1 和 N1 仅与被注意的一组点阵相关, 而对于不被注意的点阵 P1 和 N1 均受到了抑制。因为点阵中不同颜色的点是随机分布的, 因此可认为两个物体没有空间上的差异, 因此这种脑电的差异表明了大脑的注意过程确实受到了基于物体的注意机制的调控。

之后, He 等 (2004, 2008) 和 Martínez 等(2006, 2007) 采用双矩形提示范式, 进一步发现了与基于物体的注意相关的 ERP 成分。虽然他们的研究中所采用的刺激特征有所不同, 但都发现基于物体的注意与枕叶-颞叶区域的 N1 成分有关(He, Fan, Zhou, & Chen, 2004; He, Humphreys, Fan, Chen, & Han, 2008; Martínez et al., 2006; Martínez, Teder-Salejarvi, & Hillyard, 2007)。

除了 ERP 研究, 相关的 fMRI 研究也证实了基于物体的注意效应的存在, 并对其神经机制进行了探讨。O'Craven 等(1999) 采用 fMRI 技术来检验基于物体的注意的存在(O'Craven, Downing, & Kanwisher, 1999)。他们的研究中所使用的刺激材料为面孔和房屋图像重叠的图片。在一个试次中, 其中一个图像运动而另一个图像保持不动。被试被要求注意面孔图像, 或房屋图像, 或图像的运动。结果发现, 当被试注意其中某个图像时, 不仅会引起该图像对应的特异性反应脑区(FFA 或 PPA) 激活程度的增强, 还会引起该图像对应的运动或静止有关的脑区的激活增强。比如当被注意的是运动的物体时, 与运动有关的 MT/MS 区域的激活增强。也就是说, 当某一物体被注意时, 其与任务无关的特征的相关神经表征也会得到加强。由于该实验中, 两个图像是重叠的, 因此实验结果又一次验证了基于物体的选择性注意的存在。

之后研究者采用 fMRI 技术对基于物体的注意的相关脑区进行了探究。Shomstein 和 Behrmann (2006) 的研究中采用双矩形提示范式的变式, 在两个矩形的 4 个端点有正方形的色块, 色块以一定的时间间隔变换颜色(Shomstein & Behrmann, 2006)。被试的任务为根据当前所注视的色块颜色进行注意的控制或转移。结果发现当被试的注意

在物体内转移时, 大脑左侧后顶叶皮层 (left posterior parietal cortex, PPC) 的激活程度更大。这一结果表明了 PPC 脑区对于外界信号中基于物体的属性较为敏感, 在基于物体的注意中起到了重要作用。Martinez 等(2007)联合使用 ERP 和 fMRI 技术, 发现基于空间和基于物体的注意都在 N1 成分上有所反映(Martinez, Ramanathan, Foxe, Javitt, & Hillyard, 2007)。并且, 通过 ERP 的源定位技术和 fMRI 都发现该成分主要源自于枕叶外侧皮层(LOC)。同时他们还发现基于空间的注意和基于物体的注意效应在该实验中激活的成分和脑区有很大的重叠, 表明两种注意的机制具有一定的相似性。Ciaramitaro 等(2011)发现, 当注意在两个空间上相互叠加的物体之间转换时, V1、V2、V3、V3A 和 MT 等早期视觉皮层均表现出了激活的增强(Ciaramitaro, Mitchell, Stoner, Reynolds, & Boynton, 2011)。这表明早期视觉皮层被基于物体的注意效应所调制, 这些皮层很有可能参与到物体的特征整合中。除此之外, Hou 和 Liu (2012)采用 fMRI 技术对基于物体的注意的神经机制进行了研究(Hou & Liu, 2012)。在实验中, 他们采用了空间上重叠而顶点方向相反的两个三角形作为刺激材料, 以中央提示方式引导被试注意其中一个三角形。结果发现, 基于物体的注意不仅涉及到早期视觉皮层和枕叶外侧皮层, 还反映在额叶和顶叶的部分区域。这一结果表明, 基于物体的注意的神经机制在大脑中有广泛的层级分布, 早期视觉皮层的神经活动受到基于物体的信息影响, 而背侧额顶网络则在基于物体的注意的自上而下调制中优先加工信息。

Cohen 和 Tong (2013)的研究试图探讨早期视觉皮层的反馈是如何促进复杂物体的注意选择的(Cohen & Tong, 2013)。他们采用单独出现的面孔或房屋图像以及两者重叠出现的图像作为刺激材料。研究采用 fMRI 技术发现早期视觉皮层(V1-V4)的活动模式很大程度上受到被注意的物体的影响。由单独的面孔或单独的房屋所引发的激活模式能够稳定地预测这两种重叠的刺激中哪个被注意。进一步分析发现初级视觉皮层的激活模式与 FFA、PPA 等区域的激活模式有较强的相关性。作者由此提出了皮层之间的反馈模型, 即较高级皮层对外界模糊的刺激信息会有所预期, 进而形成一个一般化的模板, 这种模板自上而下地反馈

至初级视觉皮层, 而初级视觉皮层基于这种模板的激活模式又会强化高级皮层对该类别物体的激活模式, 从而促进了对外界复杂物体的识别。

由此我们可以看出基于物体的注意的神经基础不仅涉及到早期视觉皮层, 还在额叶和顶叶等区域有所表现。其具体的调节机制还需要进一步的实验进行探究。

4 影响基于物体的注意效应的因素

早期关于基于物体的注意的影响因素的研究, 普遍认为外源的、处于外周视野的提示会产生更大的基于物体的注意效应, 而内源的、位于视野中央的提示不产生该效应, 或产生的效应较小(Macquistan, 1997)。后来的研究表明, 这并非取决于刺激本身的特征, 而是由提示所引发的注意的范围所决定的。相比于处于视野中央的内源性提示, 外周提示所引发的注意范围较大, 对物体的表征较强, 因而产生的基于物体的注意效应较大(Goldsmith & Yeari, 2003)。在 Goldsmith 和 Yeari (2003)的实验中, 当通过实验任务或指导语要求被试采取更大范围的注意时, 即使对于内源性的提示也产生了较大的基于物体的注意效应。另外, 还有很多研究表明(Lavie & Driver, 1996; Shomstein & Yantis, 2002), 当实验任务需要较大范围的注意或涉及注意的转换时, 其效应会更明显。近期, Goldsmith 和 Yeari (2012)更加深入地探讨了中央提示的分辨率对基于物体的注意的调控作用, 结果发现当位于视野中央的箭头提示分辨率较高时, 被试对物体的表征较强, 产生的基于物体的注意效应也较大; 而当分辨率较低时, 效应则较弱(Goldsmith & Yeari, 2012)。这些研究的结果也为其它基于物体的注意的相关研究提供了一定的指导: 在实验设计和数据分析中需要注意采用合适的提示刺激。

除此之外, 刺激呈现的时间也会通过影响被试对物体的表征质量, 进而影响基于物体的注意效应。通常来说, 当呈现时间较短时, 该效应较弱。在 Chen 和 Cave (2008)的研究中, 当提示出现之前的刺激呈现时间为 1005 ms 时出现了基于物体的注意效应, 但当呈现时间为 120 ms 时则没有出现该效应。Avrahami (1999)的研究, 操控了提示出现与目标出现之间的时间间隔, 发现当提示与目标之间的时间间隔为 420ms 时比 210ms 时产生

的基于物体的注意效应更大。这些结果均证明, 物体注意效应的大小与刺激的呈现时间有关。然而, 在呈现时间为 50 ms 的实验中也出现过该效应(Duncan, 1984)。所以, 刺激呈现的时间一定程度上可以影响被试对物体的表征, 但显然不是唯一的决定因素。

在被试建立对物体的表征的时间内, 很多其它因素, 如任务难度、任务类型、被试年龄、刺激特征、反应模式等都会影响到物体的表征质量, 进而可能影响基于物体的注意效应。当知觉负载更小时(Ho & Atchley, 2009), 当任务涉及形状判断时(Vecera & Farah, 1994), 当被试更年轻时(McCrae & Abrams, 2001), 当左脑而非右脑接收物体相关的信息时(Egly, Rafal, Driver, & Starrveveld, 1994), 当提示为闾上而非闾下时(Chou & Yeh, 2011), 都会产生更大的基于物体的注意效应。不过, 这些因素虽然都有助于基于物体的注意的产生, 但却并非必要条件。比如, 虽然当物体有闭合的边界时(Marino & Scholl, 2005), 或颜色和亮度相同时(S. E. Watson & Kramer, 1999), 基于物体的注意效应会更大; 但该效应也会出现在没有闭合边界的物体上(Kramer & Jacobson, 1991), 或是边界模糊的物体上(Moore, Yantis, & Vaughan, 1998)。Watson 等(2013)发现, 刺激的对比度对基于物体的注意效应没有显著影响, 基于物体的注意与对比度对视知觉加工的影响是基本独立的(Watson, Korjoukov, Vartak, & Roelfsema, 2013)。

另外, Pilz 等(2012)发现物体的朝向也会影响基于物体的注意的产生。他们采用双矩形提示范式, 发现相比于竖直朝向的矩形, 对于水平朝向的矩形被试表现出的基于物体的注意效应更为明显, 且在个体之间也更为稳定。这也与注意更易沿水平线分布的理论相吻合(Pilz, Roggeveen, Creighton, Bennett, & Sekuler, 2012)。

近期, 还有不少新研究探讨了其它知觉过程对基于物体的注意的影响。Doshier 等(2010)采用 Duncan (1984)的变式来探究知觉学习对注意有限性的影响, 发现知觉学习会使物体内部的加工优势消失: 当被试需要对两个物体特征进行判断时, 被试的表现并不会因两个特征属于两个不同的物体而下降(Doshier, Han, & Lu, 2010)。Yantis 和 Greenberg (2010)利用 RSVP (快速序列视觉呈现)

范式发现, 视觉搜索的特点会影响基于物体的注意效应的大小: 当被试面临的视觉搜索任务中存在对目标的特征定义的不确定性时, 效应较大(Yantis & Greenberg, 2010)。Greenberg 等(2012)研究了视觉搜索策略对基于物体的注意的影响, 结果发现, 相比于平行搜索, 在序列搜索中产生了更大的物体内部的加工优势(Greenberg, Rosen, Zamora, Cutrone, & Behrmann, 2012)。

除此之外, 经验等因素也会对基于物体的注意效应产生影响甚至使其消失。Lee 等(2012)采用 Egly 等(1994)的双矩形提示范式, 对前后两个试次的结果进行分析发现, 当前一个试次中的提示与目标出现在同一物体上时, 后一个试次中被试表现出显著的物体内部加工的优势; 而当前一个试次中提示与目标不在同一物体上时, 后一个试次的两种无效提示条件中, 被试的反应时没有显著差异。这表明基于物体的注意效应会受到之前经验的影响(Lee, Mozer, Kramer, & Vecera, 2012)。

5 关于物体定义的探究

随着有关基于物体的注意研究的发展, 除了经典的双矩形物体之外, 研究者采用其它不同定义的物体, 深入并扩展了对基于物体的注意机制与影响因素的理解, 这成为了基于物体的注意研究新的方向。

5.1 格式塔知觉组织原则定义的物体

早前的研究大多以知觉层面的格式塔组织原则来定义物体, 认为物体是视野中由相邻性、相似性、封闭性、连续性和共同命运等原则组织形成的元素(Goldsmith, 1998)。比如说, 物体可以由轮廓和特征属性加以定义。Duncan (1984)的实验中, 尽管矩形和线段位于同一空间位置, 但因它们的轮廓和特征属性不同, 故属于不同物体, 因而产生物体内部的加工优势现象。除此之外, 物体也可以由其它知觉组织原则定义, 如具有共同运动特征的刺激可以组成“物体”, 影响注意的分配。Driver 和 Baylis (1989)发现当干扰子和目标向同一方向以同一速度运动时, 比静止的离目标更近的干扰子干扰效应更大。这就是由共同命运知觉组织原则定义的“物体”(Driver & Baylis, 1989)。另外, Kramer 和 Jacobson (1991)运用侧抑制实验范式, 发现格式塔知觉组织原则中的相似性、闭

合性、接近性等原则定义的物体均会产生基于物体的注意效应。Baylis 等(1992)发现其它静态的因素也可以影响物体的知觉组织。他们运用侧抑制实验范式,发现当干扰子和目标字母是同一颜色时,干扰效应更强。目标和干扰子间的连续性也会导致更多的干扰(Baylis, Driver, & McLeod, 1992)。Kasai 等(2011)从大脑神经活动的层面也证实了由相似性和相同颜色等组织原则构成的“物体”可以影响注意的分配(Kasai, Moriya, & Hirano, 2011)。

此外, Marrara 和 Moore (2003)将 Egly 等(1994)的双矩形提示范式与格式塔原则相结合,采用分散的点组成的矩形,也发现了基于物体的注意效应(Marrara & Moore, 2003)。这表明物体的定义并不一定需要闭合性的原则,由相似性和连续性定义的物体也可以产生基于物体的注意。Moore, Yantis 和 Vaughan (1998)探讨了对被遮挡的物体的知觉。他们采用双矩形作为刺激材料,两个矩形物体被第三个矩形遮挡住了,结果发现尽管物体被遮挡,基于物体的注意选择效应仍然存在。此外,他们还发现,由两个不完整的圆构成的错觉物体也获得了相似的物体内部加工优势,证明以错觉轮廓(illusory contour)组成的物体同样能产生基于物体的注意效应(Moore et al., 1998)。另外, Marino 和 Scholl (2005)的研究发现,即使当两个矩形没有短边时,也同样出现了基于物体的注意效应,且效应大小与闭合的两个矩形产生的效应大小相当,表明由接近性原则组织形成的物体可以产生该效应。由此可以看出,除了常规的双矩形之外,以相邻性、相似性、封闭性、连续性、共同命运等格式塔知觉组织原则定义的物体均可充当基于物体的注意中的“物体”。

5.2 无意识下的基于物体的注意及物体的即时效应

早期的研究大多采用可见的物体来研究基于物体的注意,对于不可见的物体却少有探讨。Chou 和 Yeh (2012)的实验结合双矩形提示范式和持续闪现抑制(CFS)技术(Tsuchiya & Koch, 2005),探究基于物体的注意是否依赖于对物体的意识,不可见的物体是否能够产生基于物体的注意效应。实验中,研究者给被试的非优势眼呈现双矩形刺激,优势眼呈现闪现的蒙德里安(Mondrian)图片作为抑制材料。由于快速闪现的蒙德里安图

片带来的双眼间的抑制,被试并不能意识到非优势眼中双矩形刺激的存在。实验结果发现了基于物体的注意效应,也就是说基于物体的注意并不依赖于对物体的意识(Chou & Yeh, 2012)。

Zhang 和 Fang (2012)用另外一种方式使得物体不可见,从而探究不可见的物体是否可以引导注意的分配。他们采用了 Egly 等(1994)的双矩形提示范式的变式。研究中,刺激为快速呈现的低对比度的双矩形,这使得被试看不到它们。结果同样发现了基于物体的注意效应,说明不可见的物体也可以引发这种效应,也即意识在这个过程中并不是必需的(Zhang & Fang, 2012)。这也为注意和意识是否是独立的这一长期争论的话题提供了新的证据。以往研究已发现不可见的刺激可以产生基于空间的注意(Bahrami, Lavie, & Rees, 2007)和基于特征的注意(Kanai, Tsuchiya, & Verstraten, 2006),这些实验结果又将无意识状态下的注意扩展到基于物体的注意。最近, Norman 等(2013)的研究采用掩蔽的方法探究了这一问题,同样发现当被试没有意识到物体的存在时也产生了该效应(Norman, Heywood, & Kentridge, 2013)。这种无意识状态下基于物体的注意效应,强调基于物体的注意的自动性,因而支持了上文所述的感觉增强理论。

值得探讨的是, Chou 和 Yeh (2012)与 Zhang 和 Fang (2012)的实验结果尽管得到了一致的结论,但由于两个实验采取的使物体不可见的方式不同,两个实验涉及的神经机制也可能有所不同。神经影像研究已发现后顶叶皮层,腹侧通路中的物体选择区域,以及早期视觉皮层在基于物体的注意中起着重要作用(Müller & Kleinschmidt, 2003; O'Craven et al., 1999; Shomstein & Behrmann, 2006)。Chou 和 Yeh (2012)的实验采用 CFS 技术来抑制物体进入意识,而 CFS 可以阻止被抑制的信息在高级视觉区域,尤其是在腹侧通路的加工(Almeida, Mahon, Nakayama, & Caramazza, 2008; Fang & He, 2005),因此后顶叶皮层可能在 Chou 和 Yeh (2012)的研究中对基于物体的注意的产生起了重要作用。而 Zhang 和 Fang (2012)的实验通过控制物体呈现的对比度和速度来使得物体不可见。这样的低对比度刺激可以激活高级视觉区域,只是激活强度要低于可见的刺激,这可能与 Chou 和 Yeh (2012)实验中的机制不同。未来的研究可

以采用大脑成像技术来进一步探究不可见物体的基于物体的注意的神经机制。

除此之外,以往基于物体的注意实验大多采用没有变化的物体,也就是说在提示出现到目标出现的过程中物体保持不变。但当物体发生变化或者消失时,基于物体的注意还是否存在呢?关于这一问题,有两种假设,其一为提示物体假设,认为是被提示的物体形成了物体的表征,成为注意选择的加工单位,所以该假设认为基于物体的注意由最初的提示物体决定,不会随物体的变化而改变。另一假设为动态更新假设,认为我们视网膜上的视觉信息、经验及行为目标都在不断变化。当物体在提示之后发生变化或消失时,应由变化之后的物体决定基于物体的注意。Lamy 和 Tsal (2000)采用 Egly 等(1994)双矩形提示变式的变式,为提示物体假设提供了证据。在实验中,研究者给被试呈现两种不同形状的物体(一个矩形框和一个沙漏状物体),在提示呈现之后、目标呈现之前,两个物体的位置进行了调换。结果发现,在物体位置调换之后,在两种无效条件中,仍然是当目标出现在调换位置之前被提示的物体所在的位置上时被试反应更快,这说明注意选择的是被提示物体的位置,而非被提示的物体的形状,所以当物体发生变化时仍然由原来的提示物体位置决定基于物体的注意效应(Lamy & Tsal, 2000)。Ho 和 Yeh (2009)采用双矩形提示变式的变式探究当物体消失或改变时是否影响基于物体的注意。结果发现当被提示的物体消失时,该效应也消失了;当被提示的物体变化为另一个物体,基于物体的注意取决于变化后的物体的形状和方向,而非被提示的物体。这就是基于物体的注意的即时效应,说明注意不会一直保持在被提示的物体上,支持了动态更新假设(Ho & Yeh, 2009)。

除此之外,在 Zhang 和 Fang (2012)的实验中,对于不可见的物体,也发现了即时效应,说明无意识状态下,基于物体的注意同样依赖于变化之后的物体而非被提示的物体,支持了动态更新假设。在 Lamy 和 Tsal (2000)的实验中,他们使用了很相似的两个物体(矩形和沙漏状物体),但在 Zhang 和 Fang (2012)的实验中采用了互相正交的矩形。因此,被提示的物体和后来变化之后的物体的相似性可能是造成两个实验结果存在差别的重要因素,未来实验可以探究变化前后物体的相

似性在这一过程中的影响。这些研究一定程度上将“物体”的定义从意识层面的“物体”扩展到了不可见的、无意识状态下的“物体”以及变化之后的“物体”,加深了我们对“物体”概念的理解。

5.3 自上而下的“物体”

一些实验发现,很多基于物体的注意中的“物体”是由自上而下的因素,如指导语和经验知识形成的“物体”。Chen (1998)发现基于物体的注意效应会受到指导语的影响。在实验中,刺激为两个不同颜色的 V 组合成一个 X 形状的刺激。其中一组被试的指导语为将这个刺激看作两个 V,而另一组被试则被要求将刺激看成一个 X。结果发现,将刺激知觉为两个 V 的被试在将注意在不同 V 的相邻边间转移时,要比在一个 V 的两条边之间转移要慢,也即出现了基于物体的注意效应。而将刺激知觉为 X 的被试,在这两种注意转移间则没有显著差异(Chen, 1998)。这说明指导语的不同会影响被试对物体的定义和划分,从而影响基于物体的注意效应的产生。另外, Zemel 等 (2002)发现,被试是否提前学习了物体的形状也会影响基于物体的注意的产生。在他们的实验中,提前学习了物体的形状会促进效应的产生(Zemel, Behrmann, Mozer, & Bavelier, 2002)。

除了指导语和经验之外,利用汉字进行的研究说明自上而下的词汇与汉字层面的知识也会影响被试对物体的组织(Li & Logan, 2008; Liu, Wang, & Zhou, 2011; Yuan & Fu, 2014)。Li 和 Logan (2008)利用 Egly 等(1994)中实验变式的变式,招募汉语使用者作为被试,利用可以组成两个词的 4 个汉字作为刺激,发现在两种无效提示的实验条件(目标与提示为不同的汉字)下,当目标汉字出现在被提示的词汇内部时比出现在词汇外部反应更快。由于根据格式塔原则,被试可能将每个汉字都知觉成为一个独立的物体,也可能将 4 个汉字知觉为一个大的物体,但这两种知觉情况下都无法产生基于物体的注意效应。实验结果说明,是汉语使用者的词汇知识使得他们将能够组成词语的两个汉字知觉为一个物体,产生了类似的效应,从而说明自上而下的词汇信息也会影响物体的形成和注意的分配。Yuan 和 Fu (2014)则将 Li 和 Logan (2008)在双字词层面发现的基于物体的注意效应延伸到了单个汉字的层面,进一步发现注意在可组成汉字的两个部件内部比在无

法组成汉字的两个部件间转移得更快。指导语对基于物体的注意效应的影响,以及汉语双字词与单字所产生的基于物体的注意效应,都强调基于物体的注意的策略性和可变性,因而支持了注意优先理论。

Liu, Wang 和 Zhou (2011)探究了知觉层面与词汇层面的“物体”在基于物体的注意效应上的交互影响。实验中,当组成一个词的两个汉字处于同一个矩形内部时,则为知觉物体与词汇“物体”相一致的条件;相反,当一个词的两个汉字位于不同的两个矩形中时,则为知觉物体与词汇“物体”不一致的条件。结果发现,两个层面均会影响基于物体的注意,但它们的共同影响受到呈现刺激的方式和实验设计的影响。如果实验为组块设计,即不同种类的刺激分不同组块来呈现,当目标汉字与被提示的汉字组成同一词汇时比位于两个词汇中时,被试的反应时更快,即出现了词汇层面的基于物体的注意效应,且该效应的大小不受两个汉字是否位于同一个矩形内的影响。而如果实验为事件相关(ER)设计,即随机呈现不同种类的刺激,词汇层面的效应则仅存在于知觉物体与词汇“物体”相一致的条件中。当组成一个词汇的两个汉字位于不同的两个矩形中时,这种词汇层面的基于物体注意的效应就消失了。这说明当知觉层面和词汇层面的“物体”同时存在时,受呈现刺激的方式影响,注意分配都可以被策略性地调整。也就是说,涉及不同类型物体加工的注意过程可能会受到个体注意策略的影响,具体的影响方式还需要进一步实验的探讨验证。Malcolm 和 Shomstein (2013)采用双矩形提示范式,对现实生活中常见的物体形状(如刀、叉)进行了研究。他们分别对知觉层面(如两个物体的颜色)和语义层面(如两个物体的语义联系)的信息进行操控,发现知觉层面与语义层面的信息对注意的影响是独立的,而且语义信息可以超过知觉层面的信息,决定基于物体的注意效应(Malcolm & Shomstein, 2013)。关于自上而下与自下而上的信息共同形成“物体”的相关研究也为物体知觉及基于物体的注意提供了新的方向。

6 小结与展望

注意的表征形式一直是研究者们所关注的热点问题之一。20 世纪 80 年代以来,关于注意选择

研究取得了很多新的进展,基于物体的注意得到了广泛而深入的研究。本文首先描述了注意选择的两种形式:基于空间的注意和基于物体的注意;然后介绍了基于物体的注意的行为研究的主要实验范式,其中尤其以 Egly 等(1994)的双矩形提示范式最具有影响力和启发性。本文还介绍了基于物体的注意机制的 3 种理论,它们从不同角度对基于物体的注意进行了解释。感觉增强理论强调其自动性以及物体边界在注意中的重要作用,注意优先理论强调其策略性以及视觉加工中的优先级,注意转换理论则着眼于注意在不同物体之间转换所需要消耗的更多的资源。大量实证研究表明基于物体的注意过程中的确包含策略性的过程,物体间注意转换中的脱离过程促发了基于物体的注意效应的产生。但不同实验之间的分歧还需要进一步的研究加以解决。除此之外,研究者们对物体的定义和形成,以及基于物体的注意的影响因素都有了更加深入和创造性的探究。不仅知觉层面格式塔原则定义的物体可以产生基于物体的注意效应,无意识状态下的不可见的物体也可以产生该效应;而自上而下的知识和经验,以及物体的消失或变化等都会影响物体的定义和形成。这些研究和假说也启发了未来的研究方向。

首先,尽管已有很多实验表明不可见的物体也能够产生基于物体的注意效应(Chou & Yeh, 2012; Norman et al., 2013; Zhang & Fang, 2012),但关于其作用机制还有待进一步探讨。CFS 技术与缩短刺激呈现时间和降低刺激对比度两种不同的抑制物体进入意识层面的方法,可能涉及不同的神经机制。在未来的研究中,可以通过神经影像学的研究探讨不可见物体产生该效应的具体机制,与可见物体作用时的神经机制加以比较,从而可以更深入理解大脑各脑区及神经通路在基于物体的注意中所起的作用。

第二,已有研究在可见物体和不可见物体上均发现了基于物体的注意的即时效应,也即物体注意的表征会随着物体的变化和消失而改变(Ho & Yeh, 2009; Zhang & Fang, 2012)。那么这种即时效应的机制又是怎样的呢?是否是物体的突然变化或者消失吸引了被试的注意,进而导致了基于物体的注意的即时效应呢?采用物体逐步的变化来代替突然的变化,或许能够厘清这个问题,有助于探究注意表征的机制。另外,还可操控前

后两个物体的相似程度和间隔的时间,探究其对即时效应的影响。除此之外,还可探究工作记忆在基于物体的注意中可能起到的作用:当物体消失或变化之后,可能只有提示出现的位置还保存在工作记忆中,而原先物体的形状和方向并没有保存在工作记忆中,因而造成了基于物体的注意的即时效应。在今后的研究中,可以要求被试对双矩形出现的场景进行记忆,然后物体消失,提示与目标相继出现,被试需要对目标进行反应,还要完成之后的有关双矩形场景的记忆问题。通过这样的实验任务将物体保留在工作记忆中,若仍然出现基于物体的注意效应,就可表明由工作记忆所表征的物体也可以产生基于物体的注意,其即时效应可以得到一定的抵消。

第三,已有研究证明了指导语、词汇与汉字等自上而下的因素对物体定义和形成的影响(Chen, 1998; Li & Logan, 2008; Liu et al., 2011; Yuan & Fu, 2014);其它自上而下的因素也值得探究,如期待对基于物体的注意的影响。通过控制目标出现的不同位置的概率(提示的有效性)使被试产生期待,观察其对基于物体的注意效应大小的影响;或操控物体消失或变化的概率,探究被试对物体变化的期待对效应的影响。除此之外,双字词与一般的矩形物体有所不同,它本身具有固定的阅读顺序和方向(从左往右,以及从上往下),因此可研究 Li 和 Logan (2008)实验中未考察的注意转移方向(即从提示到目标形成的方向,既可从左往右也可从右往左,既可从上往下也可从下往上)是否会影响基于自上而下“物体”的注意效应。另外,还可以通过控制刺激呈现的时间,研究被试将能够组成词汇的汉字知觉成一个“物体”所需的时间。总之,通过更全面的考虑和更进一步的探讨,可以完善对基于物体的注意的认识,从而更加深入地理解人们的认知过程。

参考文献

- Almeida, J., Mahon, B. Z., Nakayama, K., & Caramazza, A. (2008). Unconscious processing dissociates along categorical lines. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105(39), 15214–15218.
- Avrami, J. (1999). Objects of attention, objects of perception. *Perception & Psychophysics*, 61(8), 1604–1612.
- Bahrami, B., Lavie, N., & Rees, G. (2007). Attentional load modulates responses of human primary visual cortex to invisible stimuli. *Current Biology*, 17(6), 509–513.
- Baylis, G. C., & Driver, J. (1993). Visual attention and objects: Evidence for hierarchical coding of location. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 19(3), 451–470.
- Baylis, G. C., Driver, J., & McLeod, P. (1992). Movement and proximity constrain miscombinations of colour and form. *Perception*, 21(2), 201–218.
- Brown, J. M., & Denney, H. I. (2007). Shifting attention into and out of objects: Evaluating the processes underlying the object advantage. *Perception & Psychophysics*, 69(4), 606–618.
- Carter, B., & Shomstein, S. (2013). When? What? The effect of temporal and identity uncertainty on Object-based attentional selection. *Journal of Vision*, 13(9), 142.
- Chen, Z. (1998). Switching attention within and between objects: The role of subjective organization. *Canadian Journal of Experimental Psychology/Revue canadienne de psychologie expérimentale*, 52(1), 7–17.
- Chen, Z. (2012). Object-based attention: A tutorial review. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 74(5), 784–802.
- Chen, Z., & Cave, K. R. (2006). Reinstating object-based attention under positional certainty: The importance of subjective parsing. *Perception & Psychophysics*, 68(6), 992–1003.
- Chen, Z., & Cave, K. R. (2008). Object-based attention with endogenous cuing and positional certainty. *Perception & Psychophysics*, 70(8), 1435–1443.
- Chou, W. L., & Yeh, S. L. (2011). Subliminal spatial cues capture attention and strengthen between-object link. *Consciousness and Cognition*, 20(4), 1265–1271.
- Chou, W. L., & Yeh, S. L. (2012). Object-based attention occurs regardless of object awareness. *Psychonomic Bulletin & Review*, 19(2), 225–231.
- Ciaramitaro, V. M., Mitchell, J. F., Stoner, G. R., Reynolds, J. H., & Boynton, G. M. (2011). Object-based attention to one of two superimposed surfaces alters responses in human early visual cortex. *Journal of Neurophysiology*, 105(3), 1258–1265.
- Cohen, E. H., & Tong, F. (2013). Neural mechanisms of Object-based attention. *Cerebral Cortex*. doi: 10.1093/cercor/bht303
- Donovan, I., Pratt, J., & Shomstein, S. (2011). Object-based attention and prioritization revealed by the temporal order judgment method. *Journal of Vision*, 11(11), 150.
- Dosher, B. A., Han, S., & Lu, Z. L. (2010). Perceptual learning and attention: Reduction of object attention limitations with practice. *Vision Research*, 50(4), 402–415.
- Downing, C. J. (1988). Expectancy and visual-spatial attention: effects on perceptual quality. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 14(2), 188–202.

- Downing, C. J., & Pinker, S. (1985). *The spatial structure of visual attention*. Cambridge, MA: MIT.
- Driver, J., & Baylis, G. C. (1989). Movement and visual attention: the spotlight metaphor breaks down. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 15(3), 448–456.
- Drummond, L., & Shomstein, S. (2010). Object-based attention: Shifting or uncertainty? *Attention, Perception, & Psychophysics*, 72(7), 1743–1755.
- Duncan, J. (1984). Selective attention and the organization of visual information. *Journal of Experimental Psychology: General*, 113(4), 501–517.
- Egely, R., Driver, J., & Rafal, R. D. (1994). Shifting visual attention between objects and locations: evidence from normal and parietal lesion subjects. *Journal of Experimental Psychology: General*, 123(2), 161–177.
- Egely, R., Rafal, R., Driver, J., & Starrveveld, Y. (1994). Covert orienting in the split brain reveals hemispheric specialization for object-based attention. *Psychological Science*, 5(6), 380–383.
- Eriksen, & Eriksen, C. W. (1974). Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a nonsearch task. *Perception & Psychophysics*, 16(1), 143–149.
- Eriksen, & St James, J. D. (1986). Visual attention within and around the field of focal attention: A zoom lens model. *Perception & Psychophysics*, 40(4), 225–240.
- Fang, F., & He, S. (2005). Cortical responses to invisible objects in the human dorsal and ventral pathways. *Nature Neuroscience*, 8(10), 1380–1385.
- Goldsmith, M. (1998). What's in a location? Comparing object-based and space-based models of feature integration in visual search. *Journal of Experimental Psychology: General*, 127(2), 189–219.
- Goldsmith, M., & Yeari, M. (2003). Modulation of object-based attention by spatial focus under endogenous and exogenous orienting. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 29(5), 897–918.
- Goldsmith, M., & Yeari, M. (2012). Central-cue discriminability modulates Object-based attention by influencing spatial attention. *Experimental Psychology (formerly Zeitschrift für Experimentelle Psychologie)*, 59(3), 132–137.
- Greenberg, A., Rosen, M., Zamora, K., Cutrone, E., & Behrmann, M. (2012). Object-based attention is impervious to nearby targets during visual search. *Journal of Vision*, 12(9), 1156.
- He, X., Fan, S., Zhou, K., & Chen, L. (2004). Cue validity and object-based attention. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16(6), 1085–1097.
- He, X., Humphreys, G., Fan, S., Chen, L., & Han, S. (2008). Differentiating spatial and object-based effects on attention: an event-related brain potential study with peripheral cueing. *Brain Research*, 1245, 116–125.
- Ho, M. C., & Atchley, P. (2009). Perceptual load modulates object-based attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 35(6), 1661–1669.
- Ho, M. C., & Yeh, S. L. (2009). Effects of instantaneous object input and past experience on object-based attention. *Acta Psychologica*, 132(1), 31–39.
- Hou, Y., & Liu, T. (2012). Neural correlates of object-based attentional selection in human cortex. *Neuropsychologia*, 50(12), 2916–2925.
- Kahneman, D., & Chajczyk, D. (1983). Tests of the automaticity of reading: Dilution of Stroop effects by color-irrelevant stimuli. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 9(4), 497–509.
- Kahneman, D., & Henik, A. (1981). Perceptual organization and attention. In M. Kubovy & J. R. Pomerantz (Eds.), *Perceptual organization*. (181–211). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Kanai, R., Tsuchiya, N., & Verstraten, F. A. J. (2006). The scope and limits of top-down attention in unconscious visual processing. *Current Biology*, 16(23), 2332–2336.
- Kasai, T., Moriya, H., & Hirano, S. (2011). Are objects the same as groups? ERP correlates of spatial attentional guidance by irrelevant feature similarity. *Brain Research*, 1399(2011), 49–58.
- Kim, M. S., & Cave, K. R. (2001). Perceptual grouping via spatial selection in a focused-attention task. *Vision Research*, 41(5), 611–624.
- Kramer, A. F., & Jacobson, A. (1991). Perceptual organization and focused attention: The role of objects and proximity in visual processing. *Perception & Psychophysics*, 50(3), 267–284.
- LaBerge, D. (1983). Spatial extent of attention to letters and words. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 9(3), 371–379.
- Lamy, D., & Egeth, H. (2002). Object-based selection: The role of attentional shifts. *Perception & Psychophysics*, 64(1), 52–66.
- Lamy, D., & Tsal, Y. (2000). Object features, object locations, and object files: Which does selective attention activate and when? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 26(4), 1387–1400.
- Lavie, N., & Driver, J. (1996). On the spatial extent of attention in object-based visual selection. *Perception & Psychophysics*, 58(8), 1238–1251.
- Lee, Mozer, M. C., Kramer, A. F., & Vecera, S. P. (2012). Object-based control of attention is sensitive to recent experience. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 38(2), 314–325.
- Lee, & Shomstein, S. (2010). Reward driven prioritization

- modulates Object-based attention in human visual cortex. *Journal of Vision*, 10(7), 241.
- Lee, & Shomstein, S. (2013). The differential effects of reward on Space-and Object-based attentional allocation. *The Journal of Neuroscience*, 33(26), 10625–10633.
- Li, X., & Logan, G. D. (2008). Object-based attention in Chinese readers of Chinese words: Beyond Gestalt principles. *Psychonomic Bulletin & Review*, 15(5), 945–949.
- Liu, D., Wang, Y., & Zhou, X. (2011). Lexical-and perceptual-based object effects in the two-rectangle cueing paradigm. *Acta Psychologica*, 138(3), 397–404.
- Müller, N. G., & Kleinschmidt, A. (2003). Dynamic interaction of object-and space-based attention in retinotopic visual areas. *The Journal of Neuroscience*, 23(30), 9812–9816.
- Macquistan, A. D. (1997). Object-based allocation of visual attention in response to exogenous, but not endogenous, spatial precues. *Psychonomic Bulletin & Review*, 4(4), 512–515.
- Malcolm, G., & Shomstein, S. (2013). High-level semantic information affects attentional allocation within and between Objects. *Journal of Vision*, 13(9), 770.
- Marino, A. C., & Scholl, B. J. (2005). The role of closure in defining the “objects” of object-based attention. *Perception & Psychophysics*, 67(7), 1140–1149.
- Marrara, M. T., & Moore, C. M. (2003). Object-based selection in the two-rectangles method is not an artifact of the three-sided directional cue. *Perception & Psychophysics*, 65(7), 1103–1109.
- Martínez, A., Teder-Sälejärvi, W., Vazquez, M., Molholm, S., Foxe, J. J., Javitt, D. C., ... Hillyard, S. A. (2006). Objects are highlighted by spatial attention. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 18(2), 298–310.
- Martínez, A., Teder-Salejarvi, W., & Hillyard, S. A. (2007). Spatial attention facilitates selection of illusory objects: Evidence from event-related brain potentials. *Brain Research*, 1139, 143–152.
- Martínez, A., Ramanathan, D. S., Foxe, J. J., Javitt, D. C., & Hillyard, S. A. (2007). The role of spatial attention in the selection of real and illusory objects. *The Journal of Neuroscience*, 27(30), 7963–7973.
- McCrae, C. S., & Abrams, R. A. (2001). Age-related differences in object-and location-based inhibition of return of attention. *Psychology and Aging*, 16(3), 437–449.
- Moore, C. M., Yantis, S., & Vaughan, B. (1998). Object-based visual selection: Evidence from perceptual completion. *Psychological Science*, 9(2), 104–110.
- Norman, L. J., Heywood, C. A., & Kentridge, R. W. (2013). Object-based attention without awareness. *Psychological Science*, 24(6), 836–843.
- O'Craven, K. M., Downing, P. E., & Kanwisher, N. (1999). fMRI evidence for objects as the units of attentional selection. *Nature*, 401(6753), 584–587.
- Pilz, K. S., Roggeveen, A. B., Creighton, S. E., Bennett, P. J., & Sekuler, A. B. (2012). How prevalent is object-based attention? *PloS ONE*, 7(2), e30693. doi: 10.1371/journal.pone.0030693
- Posner, M. I. (1980). Orienting of attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32(1), 3–25.
- Posner, M. I., & Cohen, Y. (1984). Components of visual orienting. *Attention and Performance X: Control of Language Processes*, 32, 531–556.
- Posner, M. I., Snyder, C. R., & Davidson, B. J. (1980). Attention and the detection of signals. *Journal of Experimental Psychology: General*, 109(2), 160–174.
- Richard, A. M., Lee, H., & Vecera, S. P. (2008). Attentional spreading in object-based attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 34(4), 842–853.
- Shomstein, S. (2012a). Object-based attention: strategy versus automaticity. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 3(2), 163–169.
- Shomstein, S. (2012b). Uncertainty Reduction: The guiding principle of object-based selection. *Journal of Vision*, 12(9), 1167.
- Shomstein, S., & Behrmann, M. (2006). Cortical systems mediating visual attention to both objects and spatial locations. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 103(30), 11387–11392.
- Shomstein, S., & Johnson, J. (2013). Shaping attention with reward effects of reward on Space-and Object-based selection. *Psychological Science*, 24, 2369–2378.
- Shomstein, S., & Yantis, S. (2002). Object-based attention: Sensory modulation or priority setting? *Perception & Psychophysics*, 64(1), 41–51.
- Shomstein, S., & Yantis, S. (2004). Configural and contextual prioritization in object-based attention. *Psychonomic Bulletin & Review*, 11(2), 247–253.
- Theeuwes, J., Mathôt, S., & Kingstone, A. (2010). Object-based eye movements: The eyes prefer to stay within the same object. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 72(3), 597–601.
- Tsuchiya, N., & Koch, C. (2005). Continuous flash suppression reduces negative afterimages. *Nature neuroscience*, 8(8), 1096–1101.
- Valdes-Sosa, M., Bobes, M. A., Rodriguez, V., & Pinilla, T. (1998). Switching attention without shifting the spotlight: Object-based attentional modulation of brain potentials. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 10(1), 137–151.
- Vecera, S. P., & Farah, M. J. (1994). Does visual attention select objects or locations? *Journal of Experimental*

- Psychology: General*, 123(2), 146–160.
- Watson, Korjoukov, I., Vartak, D., & Roelfsema, P. R. (2013). Luminance contrast has little influence on the spread of object-based attention. *Vision Research*, 85, 90–103.
- Watson, S. E., & Kramer, A. F. (1999). Object-based visual selective attention and perceptual organization. *Perception & Psychophysics*, 61(1), 31–49.
- Weber, T. A., Kramer, A. F., & Miller, G. A. (1997). Selective processing of superimposed objects: An electrophysiological analysis of object-based attentional selection. *Biological Psychology*, 45(1), 159–182.
- Yantis, S., & Greenberg, A. S. (2010). Object-based attentional selection is affected by visual search strategy. *Journal of Vision*, 10(7), 172.
- Yuan, J., & Fu, S. (2014). Attention can operate on semantic objects defined by individual Chinese characters. *Visual Cognition*, 22(6), 770–788.
- Zemel, R. S., Behrmann, M., Mozer, M. C., & Bavelier, D. (2002). Experience-dependent perceptual grouping and object-based attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 28(1), 202–217.
- Zhang, X., & Fang, F. (2012). Object-based attention guided by an invisible object. *Experimental Brain Research*, 223(3), 397–404.
- Zhao, J., Kong, F., & Wang, Y. (2013). Attentional spreading in object-based attention: The roles of target-object integration and target presentation time. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 75(5), 876–887.

An Introduction to the Mechanisms and Influence Factors of Object-Based Attention

ZHAO Xin; YUAN Jie; XU Yining; FU Shimin

(Department of Psychology, School of Social Sciences, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract: Visual selective attention is not only based on space, but also based on objects. Object-based Attention (OBA) has become an increasingly popular topic in the area of visual attention. The commonly used behavioral research paradigms to investigate OBA is two-rectangular cueing paradigm and flanker interference paradigm. Some electrophysiological and fMRI studies also explored the underlying neural substrates. Theories of the mechanisms of OBA are sensory enhancement hypothesis, attentional prioritization hypothesis and shift costing hypothesis. Evidence from various paradigms is provided to support these different theories respectively, but we propose that these theories may not be mutually exclusive. Stimulus characteristics, other perceptual processes and experience all influence OBA effect. Specifically, latest research focuses mostly on “object” definition and the factors that influence OBA effect. OBA effect emerged not only in objects defined by Gestalt principles, but also in top-down semantic object, invisible object and changed object.

Key words: object-based attention; space-based attention; two-rectangle paradigm; visual object