

眼睛注视线索提示效应：内源性注意还是外源性注意？

赵亚军 张智君

(浙江大学心理与行为科学系, 杭州 310028)

摘要 采用改进的 Posner 视-空间线索提示范式, 对眼睛注视线索提示效应(eyes gaze cueing effect)的加工机制进行了探讨。实验一考察注视提示线索对空间 Stroop 效应的影响; 实验二考察注视提示线索对特征抽取和特征整合的影响。实验结果显示: 注视线索提示有效时的空间 Stroop 效应显著大于提示无效的情景; 在单一特征搜索与特征联合搜索任务中, 注视线索提示效应无差别。这说明, 注视线索通过在头脑里形成空间方位表征诱导注意转移; 注视线索通过影响特征抽取、而非特征整合阶段, 对客体加工产生易化。本研究支持注视线索提示效应属于内源性注意的观点。

关键词 眼睛注视线索提示效应; 外源性注意; 内源性注意; 空间 Stroop 效应; 特征整合

分类号 B842

1 前言

在社会交往中, 眼睛的注视方向是他人注意兴趣的重要指示器(Kleinke, 1986)。近些年来, 研究者发现他人的眼睛注视线索可诱导观察者将注意转移到该线索所指示的方向上(Driver et al., 1999; Friesen & Kingstone, 1998; Friesen, Ristic, & Kingstone, 2004; Hietanen, 1999; Hood, Willen, & Driver, 1998; Langton & Bruce, 1999; Schuller & Rossion, 2001, 2004)。当他人的注视方向与随后出现的目标的位置一致时, 检测该目标的速度会显著提高; 反之, 当注视方向与目标位置不一致时, 对目标的检测较慢。此外, 即使注视线索对目标位置没有任何预测作用, 它仍能诱导注意发生快速转移。这一现象称为“眼睛注视线索提示效应”(eyes gaze cueing effect), 简称为“注视线索提示效应”(GCE)。研究者们开展了大量的探讨, 试图解释 GCE 的加工机制, 并由此涌现了 Baron-Cohen (1995)的“读心术系统模型”(mind-reading system model, 引自 Langton, Watt, & Bruce, 2000)、Vecera 和 Rizzo (2006)的“关联假设”(association hypothesis)以及 Frischen,

Bayliss 和 Tipper (2007)的“镜像神经元激活假设”(mirror- neuron activation hypothesis)等解释。

经典的视觉空间注意研究显示, 各种注意线索能将注意引导到相应的空间方位上, 并易化人们的知觉与反应(Posner, 1980; Posner, Snyder, & Davidson, 1980)。Posner (1980)采用空间线索提示范式区分了两种内隐注意定向: 外源性注意(exogenous attention)和内源性注意(endogenous attention)。外源性注意是由出现在视野外周的新异刺激引起的注意捕获, 它具有快速、难以抑制和不受其它内源性线索干扰等特点, 涉及反射式、自下而上的加工(Posner et al., 1980; Remington, Johnston, & Yantis, 1992; Yantis & Hillstrom, 1994)。内源性注意是由出现在视野中央的符号线索(对目标具有预测性的方位名词和箭头等)引起的注意定向, 它具有慢速、持久和容易受无关突显刺激与额外任务干扰等特点, 涉及随意控制、自上而下的加工(Müller & Rabbitt, 1989)。外源性注意在线索-目标呈现时间间隔(stimulus onset asynchrony, SOA)为 300ms 时会产生返回抑制(inhibition of return, IOR), 而内源性注意不存在这种效应(Klein,

收稿日期: 2009-01-18

通讯作者: 张智君, E-mail: zjzhang@zju.edu.cn

2000)。外源性注意与内源性注意在特性、功能和神经基础等存在差异,是相互独立又相互影响的两个系统(Buschman & Miller, 2007; Corbetta & Shulman, 2002; Klein, 2004)。

作为一种特殊的注意线索,注视引起的注意转移是与外周线索相类似的反射式加工,还是与中央符号线索类似的随意控制加工?以往对脑损伤患者的研究显示右侧颞上沟(superior temporal sulcus, STS)在注视知觉中起重要作用(Akiyama et al., 2006)。而脑成像的研究表明注视线索知觉涉及更为广泛的神经网络:颞上沟前部(anterior superior temporal sulcus, aSTS)、颞上沟后部(posterior superior temporal sulcus, pSTS)、杏仁核(amygdala)、下颞叶(inferior temporal)、顶叶(parietal)、内侧前额叶(medial prefrontal)、扣带前回(anterior cingulate cortices)、以及其它额叶区域等(Nummenmaa & Calder, 2009; Senju & Johnson, 2009)。这些区域分别处理注视线索的不同方面信息(视觉分析、社会认知等)。特别地,注视线索知觉和注意网络是紧密相联系的,颞上沟与顶叶内侧沟(intraparietal sulcus, IPS)之间存在相互的神经联结,可使眼睛注视的信息传输到顶叶内侧沟的空间注意系统,进而启动相应方向上的注意定向(Hoffman & Haxby, 2000; Hooker et al., 2003)。正是由于具备这种特殊的神经通路,Friesen和Kingstone(2003)认为GCE是反射式注意定向的一种特殊形式,依赖于加工注视线索的颞上沟与负责空间注意转移的顶叶内侧沟之间的神经联结。早期的行为研究为这一观点提供了大量证据(Driver et al., 1999; Friesen & Kingstone, 1998; Friesen, Moore, & Kingstone, 2005; Friesen et al., 2004; Hietanen, 1999; Langton & Bruce, 1999)。例如,Friesen和Kingstone(1998)发现:GCE的出现非常迅速,当注视线索呈现仅100ms后,就可在相应方向上发现对目标检测的易化效应。并且,Friesen等人(2004)发现:GCE不受注视线索对目标预测作用的影响,与外周线索一样难以被抑制。正是GCE的快速、难以抑制和不受线索预测性的影响等特点,早期的研究者们一致认为它是反射式地注意转移。

然而,Vecera和Rizzo(2004, 2006)认为,尽管注视线索可促使注意发生反射式的转移,但这种表面上的反射式特点可能只是注视线索与其所指示的位置之间的学习联结所致,GCE本质上属于内源性控制加工。他们对眶额叶皮质(orbito-frontal cortex, OFC)损伤患者进行了有关注意转移的研究,

发现外周线索(无预测性)能引起注意转移,但箭头线索(有预测性)和注视线索(无预测性)则不能,说明具有象征含义的社会线索(注视、手的指向)和符号线索涉及额叶的随意控制加工。同时,GCE的内源性观点得到了来自ERP研究的支持。Brignani, Guzzon, Marzi和Miniussi(2009)研究表明,对目标具有预测性的注视线索和箭头均能诱导注意快速地转移,其ERP成分以及头皮地形图是相似的:初期顶-枕区的活动反映了早期的视觉信息加工,后期额区激活反映了这类线索的加工与联结学习有关,它们与外源性注意加工存在本质的区别。此外,来自眼动监控的研究发现注视线索和箭头都能诱导被试自动的眼跳行为,因此有研究者认为GCE是外源性注意(Deaner, & Platt, 2003; Kuhn, & Kingstone, 2009; Ricciardelli, Bricolo, Aglioti, & Chelazzi, 2002; Tipples, 2008)。但另有研究显示,注视线索引起的眼跳行为是与任务相关的,这说明注视线索引起的定向行为属于内源性注意,可能涉及前额叶的加工(Itier, Villate, & Ryan, 2007; Koval, Thomas, & Everling, 2005)。

为了探究GCE属于内源还是外源之争,本研究准备从GCE的两个特性(转移注意和易化加工)来考虑该问题,如果GCE在这两个方面均表现出内源性加工的特点,那么它属于内源性注意。实验一中,我们借鉴Funes, Lupiáñez和Milliken(2007)关于内源性注意和外源性注意对空间Stroop效应的影响存在双重分离的思路,考察注视线索对空间Stroop效应的影响情况,以期探明注视线索是以何种方式诱导注意的。实验二中,我们借鉴Briand(1998)、Briand和Klein(1987)关于内源性注意和外源性注意在特征整合中的作用存在实验性分离的思路,考察注视线索对不同认知加工阶段的影响,揭示GCE对客体加工产生何种影响。总之,本研究借鉴Funes等人(2007)、Briand(1998)以及Briand和Klein(1987)提出的分离内源与外源注意的思路,采用空间Stroop范式与视觉目标搜索范式探讨GCE的机制,力图澄清关于GCE属于内源还是外源之争。

2 实验一: 注视提示线索对空间 Stroop 效应的影响

采用空间Stroop范式,考察注视线索对空间Stroop效应的影响,旨在探明GCE是以何种方式转移注意的。关于内源性注意的研究发现,中央符号

线索容易受到其它注意线索的干扰, 引发加工冲突, 而外源性线索则一般不具有这个特点(Müller & Rabbitt, 1989)。同时, Funes 等人(2007)对空间 Stroop 效应(即线索指向与其呈现方位之间的信息冲突对反应的影响, see Lu & Proctor, 1995)的研究表明, 外源性线索和内源性线索对空间 Stroop 效应的影响存在双重分离: 即外周突显线索减少了空间 Stroop 效应; 而采用在视野中央呈现表示方位信息的颜色块作内源性线索时, 却增加了空间 Stroop 效应。据此可推论, 如果注视线索与中央符号线索之间存在加工冲突, 且注视线索的提示能够增加空间 Stroop 效应, 那么 GCE 属于内源性注意; 反之, 则为外源性注意。故而, 本实验采用空间 Stroop 范式, 并同时引入注视线索与箭头线索, 以期考察注视线索对空间 Stroop 效应的影响, 以及两种线索间可能的加工冲突, 并最终对 GCE 的内在性质(内源与外源之争)给出可能的答案。

2.1 方法

2.1.1 被试

22 名大学生参加实验, 男性 10 名, 女性 12 名, 视力或矫正视力正常, 均为右利手, 年龄在 20~26 岁之间。被试在实验结束后获得一定报酬。

2.1.2 装置和材料

实验装置为一台 Pentium IV PC 电脑, Dell 17 英寸纯平显示器, 分辨率为 1024×768, 刷新率为 85Hz。实验在暗室环境下进行, 屏幕背景为黑色。被试眼睛距离屏幕中心约 57cm。实验刺激如图 1 所示。图中, 面孔刺激(提示线索)位于中央, 大小为 4.5°×5.5°视角; 目标框位于两侧, 离中央注视点的距离为 4.5°视角, 其大为 2°×1.5°视角; 目标箭头的大小 1.5°×1°。实验程序的编写和刺激的呈现均采用 E-Prime(version 1.1)。

2.1.3 设计和程序

采用三因素被试内设计, 自变量为线索提示的有效性、目标箭头指向与目标出现位置之间的空间一致性、以及线索-目标呈现时间间隔 SOA。线索有效性分为“有效”和“无效”两个水平: 在有效条件下, 目标出现在注视线索朝向的方向上; 在无效条件下, 目标出现在与注视线索朝向相反的方向上。线索有效条件的反应时减去线索无效条件的反应时, 其差值作为 GCE 的指标。空间一致性包括“一致”和“不一致”两个水平: 在一致条件下, 目标箭头的指向与其出现的位置一致(例如, 箭头指向左边, 而箭头也出现在注视点的左边); 在不

一致条件下, 目标箭头的指向与其出现的位置不一致, 方向相反。空间一致的反应时减去空间不一致的反应时, 其差值作为空间 Stroop 效应的指标。SOA 分为 100ms、300ms 和 800ms 三个水平。

单次 trial 流程如图 1 所示。实验开始后, 首先在屏幕正中央呈现注视点, 同时在注视点左右两侧各呈现一个目标框, 持续时间 500ms。然后, 呈现没有眼球的面孔刺激 500ms。接着呈现面孔注视线索 100ms、300ms 或 800ms, 其中眼球朝左或朝右, 以提供注视线索。最后, 目标箭头随机地出现在左右目标框中, 呈现时间为 50ms。注视点和目标框均持续呈现, 直到被试做出反应, 或被试在 1500ms 内没有反应, 然后进入下一次 trial。两次 trial 的间隔时间为 800ms。

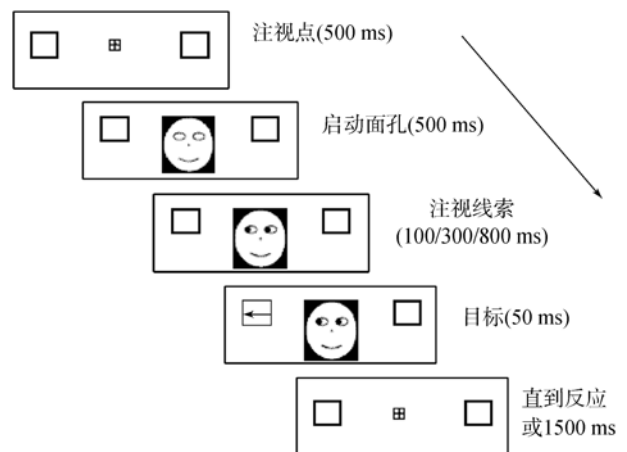


图 1 实验一单次 trial 流程图

被试的任务是对目标箭头的指向做出正确、快速地反应, 即对指向左边或右边的目标箭头, 分别用右手的拇指或食指按“SPACE”或“H”键进行反应。目标指向和反应手指之间的对应关系在被试间平衡。告知被试: 注视线索对目标箭头的出现位置不具有任何预测作用, 注视线索的朝向、目标出现的位置、以及目标箭头的指向都是随机的。要求被试在每次 trial 中, 将眼睛注视于屏幕中央, 并尽可能准确、快速地做出反应。正式实验包括 360 次 trial, 分为 5 个 block, 之间各休息 1 分钟。正式实验前, 被试先进行 48 次练习 trial, 练习阶段给予反馈。整个实验大约需要 20 分钟。

2.2 结果与分析

对反应时和错误率进行多因素重复测量方差分析, 包括线索有效性、空间一致性和 SOA 等三个因素。将 3 个标准差之外的反应时数据剔除, 表 1

为不同实验条件下的反应时和错误率数据。

表 1 实验一不同实验条件下的平均反应时(ms)和错误率(%)

SOA 与空间一致性		线索提示有效性			
		有效		无效	
		反应时	错误率	反应时	错误率
100ms	一致	503.33 (75.36)	0.27 (0.39)	525.04 (72.47)	0.34 (0.30)
	不一致	540.93 (60.94)	0.72 (0.60)	525.11 (67.29)	0.56 (0.53)
300ms	一致	483.25 (69.94)	0.20 (0.26)	495.15 (67.26)	0.32 (0.29)
	不一致	522.73 (57.14)	0.48 (0.50)	522.07 (62.76)	0.61 (0.62)
800ms	一致	500.35 (74.59)	0.23 (0.25)	507.65 (78.12)	0.27 (0.29)
	不一致	524.26 (62.37)	0.52 (0.58)	526.87 (69.85)	0.52 (0.48)

注: 括号内为标准差, 下同。

2.2.1 反应时

2(线索有效性)×2(空间一致性)×3(SOA)的重复测量方差分析显示, 线索有效性主效应显著, $F(1, 21)=4.84, p<0.05$; 空间一致性主效应显著, $F(1, 21)=31.99, p<0.001$; SOA 主效应显著, $F(2, 42)=15.56, p<0.001$ 。线索有效性与 SOA 的交互作用不显著, $F<1$; 线索有效性与空间一致性的交互作用显著, $F(1, 21)=12.43, p<0.01$; 空间一致性与 SOA 的交互作用显著, $F(2, 42)=4.68, p<0.05$ 。线索有效性、空间一致性和 SOA 的交互作用显著, $F(2, 42)=4.04, p<0.05$ 。

鉴于三阶交互作用显著, 下文进一步分析了不同 SOA 水平下, 线索有效性与空间一致性各自的简单主效应以及两者间的简单交互作用。当 SOA 为 100ms 时, 线索有效性主效应不显著, $F<1$; 空间一致性的主效应显著, $F(1, 21)=14.84, p<0.01$; 线索有效性与空间一致性的交互作用显著, $F(1, 21)=16.57, p<0.01$ 。分析简单效应表明, 在空间一致与不一致条件下, 线索有效性的简单效应均显著 [$F(1, 21)=26.32, p<0.001$; $F(1, 21)=5.57, p<0.05$], 两种条件下的 GCE 方向相反; 线索有效条件下, 空间一致性的简单效应显著, $F(1, 21)=30.67, p<0.001$, 而在线索无效条件下, 空间一致性的简单效应不显著 ($F<1$)。当 SOA 为 300ms 时, 线索有效性主效应边缘显著, $F(1, 21)=4.24, p=0.052$; 空间一致性的主效应显著, $F(1, 21)=37.45, p<0.001$; 线索有效性与空间一致性的交互作用在 0.05 水平上未达到显著, $F(1, 21)=3.01$, 但 $p=0.098<0.10$ 。分析简单效应表明, 仅在空间一致条件下, 线索有效性的简单效应显著, $F(1, 21)=7.93, p<0.05$, 在空间不一致条件下,

线索有效性的简单效应不显著 ($F<1$); 在线索有效与无效条件下, 空间一致性的简单效应均显著 [$F(1, 21)=29.49, p<0.001$; $F(1, 21)=22.44, p<0.001$]。当 SOA 为 800ms 时, 线索有效性与空间一致性的交互作用不显著 ($F<1$); 线索有效性主效应不显著, $F(1, 21)=1.56, p>0.10$; 空间一致性的主效应显著, $F(1, 21)=16.61, p<0.01$ 。

为了更清晰地显示空间 Stroop 效应, 以空间 Stroop 效应量为因变量进行 2(线索有效性)×3(SOA)的重复测量方差分析(见图 2)。线索有效性主效应显著, $F(1, 21)=12.43, p<0.01$; SOA 主效应显著, $F(2, 42)=4.68, p<0.05$; 线索有效性与 SOA 之间的交互作用显著, $F(2, 42)=4.04, p<0.05$ 。分析简单效应发现, 在 SOA 为 100ms 时, 线索有效条件下的空间 Stroop 效应大于线索无效的情景, 且差异显著, $F(1, 21)=16.57, p<0.01$; 在 SOA 为 300ms 时, 线索有效条件下的空间 Stroop 效应也大于线索无效的情景, 但差异在 0.05 水平上未达到显著, $F(1, 21)=3.01, p=0.098$; 在 SOA 为 800ms 时, 线索有效条件下的空间 Stroop 效应与线索无效的情景无显著差别 ($F<1$)。

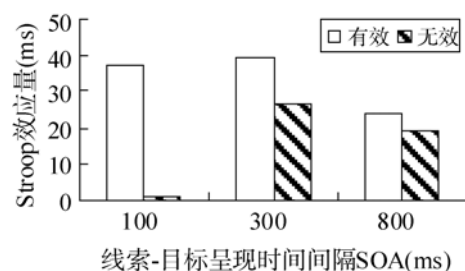


图 2 空间 Stroop 效应在注视线索提示的作用下随 SOA 的变化情况

2.2.2 错误率

平均错误率为 5.01%, 错误率的空间一致性主效应显著, $F(1, 21) = 16.95, p < 0.001$, 一致条件下的错误率低于不一致条件, 与反应时的趋势相似, 不存在反应时与准确率的权衡。其它主效应与交互作用均不显著($ps > 0.10$)。

2.3 讨论

实验一结果中, 仅在 SOA 为 100ms 和 300ms 时, 空间一致条件下存在 GCE; 空间不一致条件下 GCE 方向相反(SOA 为 100ms)或者不存在(SOA 为 300ms、800ms)。究其原因, 我们认为, 线索提示方向和目标指向可能共同影响被试的反应, 若它们的方向相反, 则会发生冲突, 导致线索提示效应消失, 甚至方向相反。这说明, 当存在竞争刺激(如箭头)时, 注视线索并不能诱导注意自动转移。该结果与以往研究结果是一致的, Vecera 和 Rizzo(2004)采用注视线索和箭头线索同时呈现的范式进行研究, 发现一部分个体受注视线索的影响而转移注意, 另一部分个体受箭头线索的影响, 注视线索相对于其它线索并没有特定的优势。一般地, 外源性注意不受其它线索干扰, 而内源性注意容易受其它任务和线索的干扰(Müller & Rabbitt, 1989)。因此, 注视与箭头之间的加工冲突反映了二者共享内源性注意机制(Vecera & Rizzo, 2004, 2006)。

更为重要的是, 我们发现注视线索对空间 Stroop 效应具有增强作用: 在 SOA 为 100ms 时, 线索提示有效条件下的空间 Stroop 效应显著大于线索提示无效的情景, 且这种差异随 SOA 的逐渐延长而减小(见图 2)。这与 Funes 等人(2007)关于内源性线索产生的效应相似。由于被试对箭头指向的判断受到注视提示方向和箭头呈现位置两方面因素的影响, 因此, 注视线索可能通过与箭头的指向信息相冲突, 或通过增强箭头的位信息来增加空间 Stroop 效应, 而后者可能更关键。由于注视线索并不呈现在目标出现的位置, 它会创建一个空间方位的表征(不用记忆客体的具体特征)来增强方位信息的加工, 使得注视提示有效时, 与任务无关的位信息对目标方向的判断造成了较大的干扰, 从而增加了空间 Stroop 效应(Funes et al., 2007)。随着 SOA 的延长, 被试对抗 GCE 的能力逐渐增强, 线索的提示作用对空间一致效应的调节作用减弱, 其反应更多地受到目标指向和目标位置之间相互作用的影响, 导致不同线索提示条件下的空间 Stroop 效应差异变小。总之, 不管注视线索是以何种方式增加了

空间 Stroop 效应, 注视线索都会在大脑里形成空间方位表征(see also Zorzi, Mapelli, Rusconi, & Umiltà, 2003)。

总之, 本实验从两个方面证明了 GCE 的内源性注意性质。第一, 由于注视线索和箭头指向信息的竞争, GCE 在空间不一致的条件下没有表现出来, 甚至相反。第二, 注视线索可通过促进目标的位置信息来增加目标指向信息与位置信息之间的冲突(空间 Stroop 效应), 且这种调节作用主要发生在早期(SOA 为 100ms)。从以上两点可以推测, 虽然注视线索能够诱导注意转移, 但其本质是通过在头脑中形成空间方位表征实现的(100ms 左右), 与外周线索引起的注意转移存在根本区别, 它属于内源性注意系统。

3 实验二: 注视提示线索对特征抽取和特征整合的影响

采用单一特征(single feature)和特征联合(feature conjunction)的目标搜索范式, 考察注视线索对特征抽取和特征整合的影响, 揭示注视线索易化客体加工的具体阶段。以往研究发现, 外源性注意(外周突显刺激)能够在特征抽取与特征整合中起重要作用, 但内源性注意(视野中央的箭头)影响特征抽取和后期的决策、期望与反应阶段, 不直接对特征整合起作用, 特征整合可能发生在不受内源性注意影响的其它阶段(Briand, 1998; Briand & Klein, 1987; Klein, 1994, 2004)。可以推测, 如果注视线索的提示能够影响特征抽取但不影响特征整合, 那么 GCE 属于内源性注意系统。因此, 从这一角度思考 GCE 的属性, 能够进一步澄清以往的内源与外源之争。

3.1 方法

3.1.1 被试

16 名大学生参加实验, 男女各 8 名, 视力或矫正视力正常, 无色盲和色弱, 均为右利手, 年龄在 20~27 岁之间。

3.1.2 装置和材料

实验二的情景与实验一基本相同, 如图 3 所示。不同之处为: 目标框处改为呈现搜索刺激, 后者由三个大写字母(O, T, X)结合三种不同的颜色(蓝, 红, 绿)构成。具体地说, 每个刺激由两个不同的字母结合两种不同的颜色组成, 如蓝色的 O 与红色的 T。搜索刺激大小为 $2^\circ \times 1.2^\circ$ 视角, 距离中央注视点 4.5° 视角。

3.1.3 设计和程序

采用两因素被试内设计, 自变量为搜索任务类型和线索提示有效性。其中, 搜索任务类型包括两个水平: 单一特征搜索和特征联合搜索; 线索有效性包括两个水平: 线索提示有效和线索提示无效, 前者指目标出现在注视线索朝向的方向上, 而后者为目标出现在注视线索朝向相反的方向上。实验中, 不同的搜索任务分开进行, 不同线索有效性的各种实验条件随机呈现。

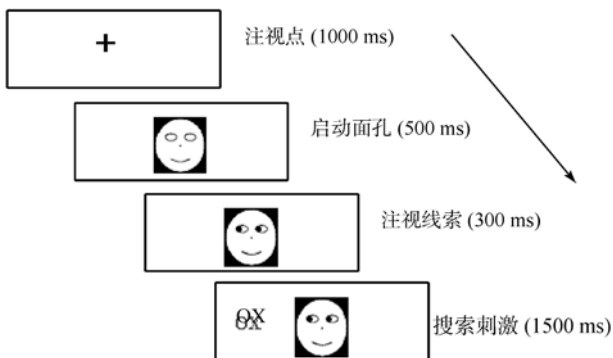


图3 实验二单次 trial 流程图

单次 trial 流程如下: 首先, 在屏幕正中央呈现 1000ms 的注视点, 随着注视点的消失, 呈现没有眼球的面孔刺激 500ms, 接着呈现面孔注视线索 300ms, 眼球朝左或朝右, 最后, 在注视线索的左边或右边随机呈现搜索刺激 1500ms, 同时继续呈现眼睛刺激直到被试做出按键反应。两次 trial 的间

隔为 700ms。

每个被试均完成单一特征搜索和特征联合搜索任务。单一特征搜索任务中, 目标是单一特征, “字母 O”或“蓝色”; 特征联合搜索任务中, 目标是两个特征的联合, “蓝色字母 O”。目标出现用右手食指按“J”键, 目标不出现用左手食指按“F”键反应, 记录反应时和错误率。两种搜索任务的顺序在被试间平衡。注视提示线索的有效与否各占一半, 目标出现与否各占一半, 均为随机呈现。指导语告知被试: 眼睛注视线索与目标的出现没有任何关系, 尽可能保持眼睛注视于屏幕正中央并准确、快速地做出反应。两项实验任务依次进行, 每项任务均包括 360 次 trial, 分为 5 个 block, 之间各休息 1 分钟。在每项任务的正式实验前, 安排 24 次练习 trial, 练习阶段对被试的反应给予反馈。整个实验大约需要 40 分钟。

3.2 结果与分析

被试正确反应率均在 95%以上。将 3 个标准差之外的数据剔除, 结果如表 2 所示。

对目标出现时的数据进行 2(任务类型)×2(线索有效性)重复测量方差分析, 结果表明: 任务类型主效应不显著, $F(1, 15) = 1.34, p > 0.10$; 线索有效性主效应显著, $F(1, 15) = 16.89, p < 0.01$, 表明注视线索易化了对目标的搜索; 任务类型与线索有效性的交互作用不显著 ($F < 1$), 表明不同搜索任务中的 GCE 不存在显著差异。

表2 实验二不同搜索任务中目标存在时的平均反应时(ms)和错误率(%)

任务	线索有效		线索无效		GCE
	反应时	错误率	反应时	错误率	
单一特征	512.36 (68.37)	0.78 (0.56)	520.92 (71.32)	1.16 (0.91)	8.56 (15.56)*
特征联合	496.52 (74.92)	0.33 (0.41)	505.33 (74.01)	0.43 (0.44)	8.81 (9.32)**

注: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$ 。

对错误率进行分析发现, 平均错误率 2.71%, 仅任务类型主效应显著, $F(1, 15) = 29.49, p < 0.001$, 特征联合搜索任务的反应错误率显著低于单一特征搜索条件, 结合反应时数据中的任务类型主效应, 不存在反应时与正确率的权衡。线索有效性的主效应以及两因素间交互作用均不显著 ($ps > 0.10$)。

3.3 讨论

注视线索能够易化单一特征搜索和特征联合搜索, 且两种任务中的 GCE 相仿。视觉加工一般分为特征抽取与编码、特征整合、后期决策及反应选择等阶段, 单一特征搜索反映特征的抽取与编码阶

段的加工, 特征联合搜索则反映特征抽取和特征整合两个阶段。既然两种搜索任务中的线索提示效应相仿, 那么说明特征联合任务中的 GCE 只反映了注视线索对特征抽取的易化, 而非对特征整合起作用。

为考察注视线索的提示是否真正地影响了特征整合阶段, 对特征联合搜索任务中目标不存在时的数据进行分析。在这一条件下, 特征项目数存在以下三种情况: 第一, 搜索刺激中存在两个与目标相关的特征, 但没有组合成目标, 比如“蓝色 T, 红色 O”; 第二, 刺激中存在一个相关特征; 第三, 不

存在相关特征。在第一种情况下, 可能会发生错觉性结合(Treisman & Gelade, 1980)。如果注视线索能够对特征整合起作用, 可以预期第一种情况下的 GCE 比后两种情况大。数据分析发现, 特征项目数与线索有效性之间的交互作用不显著($F < 1$), 即以上三种情况的 GCE 不存在显著差异, 表明注视线索对特征整合不起作用。因此, GCE 对客体加工产生易化的实质是影响特征抽取、而非特征整合阶段。结合以往研究, 可以推测 GCE 属于内源性注意系统(Briand, 1998; Briand & Klein, 1987; Klein, 1994, 2004)。

4 总讨论

本研究结果支持 GCE 属于内源性注意的观点, 即注视线索通过形成空间方位表征诱导注意快速转移(实验一), 并易化注视方向上客体特征的抽取与编码(实验二), 从而加快观察者的反应。

早期的研究者着重考察了 GCE 的时程和影响因素等问题, 发现注视线索可诱导注意反射式的转移(快速、不可抑制的特点)。为此, Friesen 和 Kingstone (2003)认为 GCE 是一种特殊的外源性注意。然而, Tipples (2002)研究发现, 两个箭头同时呈现时(对目标不具预测性), 也能诱导注意的反射式转移, 说明注意转移的快慢并不一定是判断注意转移性质的标准(see also Hommel, Pratt, Colzato, & Godijn, 2001; Ristic, Friesen, & Kingstone, 2002)。那么, 注视线索是以什么方式诱导观察者转移注意的呢? 本研究结果较好地回答了这一问题: 第一, GCE 因与内源性线索的加工冲突而消失, 说明注视线索与内源性线索相互竞争共同引导注意, 二者具有相似的机制; 第二, 注视线索的提示增加了空间 Stroop 效应, 说明 GCE 的实质是在头脑中形成一个空间方位表征来转移注意的; 第三, 注视线索不影响特征整合, 而这恰好是内源性注意的一个特性。综合本研究以及电生理学(Brignani et al., 2009)和神经心理学方面的会聚证据(Vecera & Rizzo, 2004, 2006), GCE 无论在认知机制还是神经机制上均具有内源性注意特性(but see Stevens, West, Al-Aidroos, Weger, & Pratt, 2008)。

以往研究表明, 内源性注意和外源性注意之间存在相互作用(Corbetta & Shulman, 2002)。例如, Folk, Remington 和 Johnston(1992)发现, 虽然外周突显的线索能自动诱导注意, 但是受到诸如期望、任务背景或其它随意控制注意的影响(see also

Yantis & Jonides, 1990)。那么, 有没有可能: GCE 属于外源性注意, 但由于受到自上而下加工的调节作用而表现出某种控制加工的特点呢? 我们认为这种可能比较小, 有两个原因: 第一, GCE 确实受到自上而下加工的调节(Driver et al., 1999; Ristic & Kingstone, 2005), 但它对注意的引导是通过解码线索的含义、形成空间方位表征实现的, 这与外源性注意转移不同, 本研究的实验一证明了这种情况(see also Zorzi et al., 2003); 第二, 这种假设不符合认知加工的经济性原则, 人们在知觉注视线索时, 直接理解其含义, 而非先反射式地引起注意转移, 然后再受到自上而下加工的调节。另外, 注视线索可能涉及一种有别于经典注意定向的新系统吗? 我们认为不可能, 若 GCE 属于新的注意系统, 那么可以想象大脑中应该存在多个加工不同特殊线索的注意系统(比如负性情绪面孔的注意系统)。加工注意线索的知觉系统与注意定向系统是不同的, 不同线索具有各自的知觉系统, 但它们可以涉及相同的注意系统。类似地, 经典的两个注意定向是相互独立的系统, 具有不同的性质、功能和神经基础, GCE 也不太可能同时属于两个注意系统(Buschman & Miller, 2007; Corbetta & Shulman, 2002; Klein, 2004)。

为什么 GCE 涉及随意控制, 而非自动的注意转移? 可能存在四个原因。第一, 与外周线索不同, 注视线索与目标出现的位置之间不存在直接联系。简而言之, 注视线索并不指明注意转移的具体位置。例如, 向左看的眼睛只表示向左, 但是没有指明具体的位置(左边多远)。第二, 注视线索具有独特的生物学含义(提示环境中存在感兴趣的, 或具有威胁的刺激), 它可诱导观察者在脑中产生某个空间方位上存在一个物体的预期(大脑活动的准备状态), 而这种预期可调节大脑感觉皮层的加工, 从而易化对物体的检测(Chawla, Rees, & Friston, 1999; Driver & Frith, 2000; Kastner, Pinsk, De Weerd, Desimone, & Ungerleider, 1999)。第三, GCE 是建立在对注视线索含义的理解之上(Ristic & Kingstone, 2005)。虽然关于 GCE 的研究中, 注视线索对目标不具预测作用, 缺乏这种预测性引起的自上而下的调节信息, 但是注视线索和箭头是具有含义的, 对它们的加工需要解码这种含义, 抽取空间信息, 在工作记忆中形成空间方位表征, 才能实现注意转移(Müller & Rabbitt, 1989)。而且, GCE 并不产生类似于外源性注意的返回抑制, 这与经典的

外源性注意具有根本的差异。第四,在不同社会活动与人际交往的背景下,注视线索具有特定的社会含义。在某些社交情境中,纯粹地反射式注意朝向并不适当。例如,注视线索可能并不一定预测目标的出现,甚至会和目标出现的方位相违背,个体能够利用其注视的朝向欺骗他人(Bayliss & Tipper, 2006; Mason, Tatkow, & Macrae, 2005)。因此,这就需要个体采用灵活的随意控制方式来调节对注视线索的使用,以适合当前的行为目标。

虽然注视线索和箭头都归为内源性线索,但并不表示二者的加工机制完全相同。从形成上讲,人类的眼睛注视是进化的产物,具有特殊的形态,存在先天的特异加工装置,而箭头是人类文化中的一个符号(Kobayashi & Kohshima, 1997)。从发展心理学的角度讲,婴儿生来就具有基本的检测注视线索的能力,其对注视线索社会功能的理解是在出生后第一年发展起来的,而箭头的象征性意义是个体在学习过程中逐渐建立起的联结(Nummenmaa & Calder, 2009)。最近研究也表明,二者在神经机制上具有较大的差异(Hietanen, Leppänen, Nummenmaa, & Astikainen, 2008; Hietanen, Nummenmaa, Nyman, Parkkola, & Hämäläinen, 2006; but see Sato, Kochiyama, Uono, & Yoshikawa, 2009)。另外,注视线索还能够影响观察者的喜好评价等高级认知情感过程,这是箭头线索所不具有的特点(Bayliss, Paul, Cannon, & Tipper, 2006)。

由于社会线索和符号线索既能诱导注意出现反射式转移、又与额叶认知控制有关,使得外源性与内源性注意之间原本清晰的区分变得模糊(Klein, 2004)。为此,注意领域的研究者们开始思考过去20年关于注意定向的界定及划分标准。经典的注意划分标准适合注视线索吗?严格控制的实验室研究结果能否概化到真实的生活情景中去?我们认为,经典注意定向的区分是成立的,但是其划分依据需要修正:不能仅根据线索能够诱导注意反射式转移来断定它属于外源性注意,应该考察注意转移的实质(形成空间方位表征,或存在自上而下的预期)。以往研究的局限在于:从严格控制的实验室研究得出的注意理论缺乏生态学效度,并不能妥当地解释人们日常生活中的注意行为(Kingstone, Smilek, Ristic, Friesen, & Eastwood, 2003)。社会线索往往是处于某个社会情境中,并具有特定含义的。因此,未来的研究需要把行为者与所处的环境结合起来,探讨注视线索对动机系统、情感评价、

人格评估等高级心理过程的调节作用,从更现实的角度考察注视线索在社会交往中的作用,从而探明人们是如何识别他人注视线索的确切含义。

5 结论

本研究获得以下结果:注视线索通过在大脑中形成内在的空间方位表征引发注意的转移。注意转移后,通过影响特征抽取、而非特征整合阶段,对客体加工产生易化作用。因此,注视线索提示效应属于内源性注意系统。

参 考 文 献

- Akiyama, T., Kato, M., Muramatsu, T., Saito, F., Umeda, S., & Kashima, H. (2006). Gaze but not arrows: A dissociative impairment after right superior temporal gyrus damage. *Neuropsychologia*, 44, 1804–1810.
- Bayliss, A. P., Paul, M. A., Cannon, P. R., & Tipper, S. P. (2006). Gaze cueing and affective judgments of objects: I like what you look at. *Psychonomic Bulletin & Review*, 13, 1061–1066.
- Bayliss, A. P., & Tipper, S. P. (2006). Predictive gaze cues and personality judgments: Should eye trust you? *Psychological Science*, 17, 514–520.
- Briand, K. (1998). Feature integration and spatial attention: More evidence of a dissociation between endogenous and exogenous orienting. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 24, 1243–1256.
- Briand, K., & Klein, R. M. (1987). Is Posner's "beam" the same as Treisman's "glue": On the relationship between visual orienting and feature integration theory. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 13, 228–241.
- Brignani, D., Guzzon, D., Marzi, C. A., & Miniussi, C. (2009). Attentional orienting induced by arrows and eye-gaze compared with an endogenous cue. *Neuropsychologia*, 47, 370–381.
- Buschman, T. J., & Miller, E. K. (2007). Top-down versus bottom-up control of attention in the prefrontal and posterior parietal cortices. *Science*, 315, 1860–1862.
- Chawla, D., Rees, G., & Friston, K. J. (1999). The physiological basis of attentional modulation in extrastriate visual areas. *Nature Neuroscience*, 2, 671–676.
- Corbetta, M., & Shulman, G. L. (2002). Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain. *Nature Reviews Neuroscience*, 3, 201–215.
- Deaner, R. O., & Platt, M. L. (2003). Reflexive social attention in monkeys and humans. *Current Biology*, 13, 1609–1613.
- Driver, J., Davis, G., Ricciardelli, P., Kidd, P., Maxwell, E., & Baron-Cohen, S. (1999). Gaze perception triggers reflexive visuospatial orienting. *Visual Cognition*, 6, 509–540.
- Driver, J., & Frith, C. (2000). Shifting baselines in attention research. *Nature Reviews Neuroscience*, 1, 147–148.
- Folk, C. L., Remington, R. W., & Johnston, J. C. (1992). Involuntary covert orienting is contingent on attentional control settings. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18, 1030–1044.
- Friesen, C. K., & Kingstone, A. (1998). The eyes have it! Reflexive orienting is triggered by nonpredictive gaze.

- Psychonomic Bulletin & Review*, 5, 490–495.
- Friesen, C. K., & Kingstone, A. (2003). Covert and overt orienting to gaze direction cues and the effects of fixation offset. *NeuroReport*, 14, 489–493.
- Friesen, C. K., Moore, C., & Kingstone, A. (2005). Does gaze direction really trigger a reflexive shift of spatial attention? *Brain and Cognition*, 57, 66–69.
- Friesen, C. K., Ristic, J., & Kingstone, A. (2004). Attentional effects of counterpredictive gaze and arrow cues. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 30, 319–329.
- Frischen, A., Bayliss, A. P., & Tipper, S. P. (2007). Gaze cueing of attention: Visual attention, social cognition, and individual differences. *Psychological Bulletin*, 133, 694–724.
- Funes, M. J., Lupiáñez, J., & Milliken, B. (2007). Separate mechanisms recruited by exogenous and endogenous spatial cues: evidence from a spatial Stroop paradigm. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 33, 348–362.
- Hietanen, J. K. (1999). Does your gaze direction and head orientation shift my visual attention? *NeuroReport*, 10, 3443–3447.
- Hietanen, J. K., Leppänen, J. M., Nummenmaa, L., & Astikainen, P. (2008). Visuospatial attention shifts by gaze and arrow cues: An ERP study. *Brain Research*, 1215, 123–136.
- Hietanen, J. K., Nummenmaa, L., Nyman, M. J., Parkkola, R., & Hämäläinen, H. (2006). Automatic attention orienting by social and symbolic cues activate different neural networks: an fMRI study. *Neuroimage*, 33, 406–413.
- Hoffman, E. A., & Haxby, J. V. (2000). Distinct representations of eye gaze and identity in the distributed human neural system for face processing. *Nature Neuroscience*, 3, 80–84.
- Hommel, B., Pratt, J., Colzato, L., & Godijn, R. (2001). Symbolic control of visual attention. *Psychological Science*, 12, 360–365.
- Hood, B. M., Willen, J. D., & Driver, J. (1998). Adult's eyes trigger shifts of visual attention in human infants. *Psychological Science*, 9, 131–134.
- Hooker, C. I. L., Paller, K. A., Gitelman, D. R., Parrish, T. B., Mesulam, M.-M., & Reber, P. J. (2003). Brain networks for analyzing eye gaze. *Cognitive Brain Research*, 17, 406–418.
- Itier, R. J., Villate, C., & Ryan, J. D. (2007). Eyes always attract attention but gaze orienting is task-dependent: Evidence from eye movement monitoring. *Neuropsychologia*, 45, 1019–1028.
- Kastner, S., Pinsk, M., De Weerd, P., Desimone, R., & Ungerleider, L. G. (1999). Increased activity in human visual cortex during directed attention in the absence of visual stimulation. *Neuron*, 22, 751–761.
- Kingstone, A., Smilek, D., Ristic, J., Friesen, C. K., & Eastwood, J. D. (2003). Attention, researchers! It is time to take a look at the real world. *Current Directions in Psychological Science*, 12, 176–180.
- Klein, R. M. (1994). Perceptual-motor expectancies interact with covert visual orienting under conditions of endogenous but not exogenous control. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 48, 167–181.
- Klein, R. M. (2000). Inhibition of return. *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 138–147.
- Klein, R. M. (2004). On the control of visual orienting. In I. M. Posner (Ed.), *Cognitive neuroscience of attention* (pp. 29–45). New York: Guilford Press.
- Klinke, C. L. (1986). Gaze and eye contact: A research review. *Psychological Bulletin*, 100, 78–100.
- Kobayashi, H., & Kohshima, S. (1997). Unique morphology of the human eye. *Nature*, 387, 767–768.
- Koval, M. J., Thomas, B. S., & Everling, S. (2005). Task-dependent effects of social attention on saccadic reaction times. *Experimental Brain Research*, 167, 475–480.
- Kuhn, G., & Kingstone, A. (2009). Look away eyes and arrows engage oculomotor responses automatically. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 71, 314–327.
- Langton, S. R. H., & Bruce, V. (1999). Reflexive visual orienting in response to the social attention of others. *Visual Cognition*, 6, 541–567.
- Langton, S. R. H., Watt, R. J., & Bruce, V. (2000). Do the eyes have it? Cues to the direction of social attention. *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 50–59.
- Lu, C.-H., & Proctor, R. W. (1995). The influence of irrelevant location information on performance: A review of the Simon effect and congruency effects. *Psychonomic Bulletin & Review*, 2, 174–207.
- Mason, M. F., Tatkov, E. P., & Macrae, C. N. (2005). The look of love: Gaze shifts and person perception. *Psychological Science*, 16, 236–239.
- Müller, H. J., & Rabbitt, P. M. (1989). Reflexive and voluntary orienting of visual attention: Time course of activation and resistance to interruption. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 15, 315–330.
- Nummenmaa, L., & Calder, A. J. (2009). Neural mechanisms of social attention. *Trends in Cognitive Sciences*, 13, 135–143.
- Posner, M. I. (1980). Orienting of attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32, 3–25.
- Posner, M. I., Snyder, C. R., & Davidson, B. J. (1980). Attention and the detection of signals. *Journal of Experimental Psychology: General*, 109, 160–174.
- Remington, R. W., Johnston, J. C., & Yantis, S. (1992). Involuntary attentional capture by abrupt onsets. *Perception & Psychophysics*, 51, 279–290.
- Ricciardelli, P., Bricolo, E., Aglioti, S. M., & Chelazzi, L. (2002). My eyes want to look where your eyes are looking: exploring the tendency to imitate another individual's gaze. *Neuroreport*, 13, 2259–2264.
- Ristic, J., Friesen, C. K., & Kingstone, A. (2002). Are eyes special? It depends on how you look at it. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9, 507–513.
- Ristic, J., & Kingstone, A. (2005). Taking control of reflexive social attention. *Cognition*, 94, B55–B65.
- Sato, W., Kochiyama, T., Uono, S., & Yoshikawa, S. (2009). Commonalities in the neural mechanisms underlying automatic attentional shifts by gaze, gestures, and symbols. *NeuroImage*, 45, 984–992.
- Schuller, A.-M., & Rossion, B. (2001). Spatial attention triggered by eye gaze increases and speeds up early visual acuity. *NeuroReport*, 12, 1–7.
- Schuller, A.-M., & Rossion, B. (2004). Perception of static eye gaze direction facilitates subsequent early visual processing. *Clinical Neuropsychology*, 115, 1161–1168.
- Senju, A., & Johnson, M. H. (2009). The eye contact effect: mechanism and development. *Trends in Cognitive Sciences*, 13, 127–134.
- Stevens, S. A., West, G. L., Al-Aidroos, N., Weger, U. W., & Pratt, J. (2008). Testing whether gaze cues and arrow cues produce reflexive or volitional shifts of attention. *Psychonomic Bulletin & Review*, 15, 1148–1153.
- Tipples, J. (2002). Eye gaze is not unique: automatic orienting

- in response to uninformative arrows. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9, 314–318.
- Tipples, J. (2008). Orienting to counterpredictive gaze and arrow cues. *Perception & Psychophysics*, 70, 77–87.
- Treisman, A., & Gelade, G. (1980). A feature-integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, 12, 97–136.
- Vecera, S. P., & Rizzo, M. (2004). What are you looking at? Impaired social attention following frontal-lobe damage. *Neuropsychologia*, 42, 1657–1665.
- Vecera, S. P., & Rizzo, M. (2006). Eye gaze does not produce reflexive shifts of attention: Evidence from frontal-lobe damage. *Neuropsychologia*, 44, 150–159.
- Yantis, S., & Hillstrom, A. P. (1994). Stimulus-driven attentional capture: Evidence from equiluminant visual objects. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20, 95–107.
- Yantis, S., & Jonides, J. (1990). Abrupt visual onsets and selective attention: Voluntary versus automatic allocation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 16, 121–134.
- Zorzi, M., Mapelli, D., Rusconi, E., & Umiltà, C. (2003). Automatic spatial coding of perceived gaze direction is revealed by the Simon effect. *Psychonomic Bulletin & Review*, 10, 423–429.

Eyes Gaze Cueing Effect: Endogenous or Exogenous Processing Mechanism?

ZHAO Ya-Jun, ZHANG Zhi-Jun

(Department of Psychology and Behavioral Sciences, Zhejiang University, Hangzhou 310028, China)

Abstract

Observing another person's averted eye gaze led to automatic shift of attention in the corresponding direction, which facilitated subsequent early visual processing. This phenomenon was termed 'eyes gaze cueing effect', in short, 'gaze cueing effect' (GCE). Many researchers tried to interpret the processing mechanism underlying GCE. However, there were controversies on this topic. Friesen and Kingstone (2003) claimed that gaze cues triggered a kind of reflexive or exogenous shift of visual attention that was normally associated with the abrupt onset of a stimulus in the periphery of vision. Whereas Vecera and Rizzo (2004) found a patient EVR with frontal-lobe damage was impaired in using eye gaze cues to allocate attention, suggesting that GCE may involve frontal-lobe processes which control voluntary, not automatic, shifts of visuospatial attention. Both viewpoints have gained some evidences. Thus, whether gaze cues shifted spatial attention reflexively (exogenously) or voluntarily (endogenously) was still in debate. This issue would be clarified in the present study in two aspects. On the one hand, how gaze cues shifted observer's attention. On the other hand, how gaze cues affected the processing of the target in the corresponding direction.

Two experiments were conducted in this study, which employed the spatial Stroop paradigm and the target search task respectively. In both experiments, subjects were presented with a gaze cue to the right or left visual field (VF) before the occurrence of a lateralized target to response. There were two conditions in this non-predictive cueing task: (1) targets were presented in the VF indicated by the eye gaze direction (congruent); or (2) targets were opposite to the eye gaze direction (incongruent). In the first experiment, 22 subjects were required to discriminate the direction to which the peripherally presented arrow points. While in the second experiment, another 16 subjects all were instructed to finish two different tasks: One involved the detection of single feature, and the other involved the search of feature conjunction. Stimulus presentation and data collection were conducted by E-prime software.

From the first experiment, it was found: (1) The lack of GCE was due to the processing conflict between gaze cue and other endogenous cues, which indicated that the two cues had similar processing mechanism; (2) Gaze cue produced larger spatial Stroop effects for valid than invalid trials, which suggested that eyes gaze led to the generation of an internal representation of the spatial location. From the second experiment, similar facilitation effects of the gaze cue for both single feature and feature conjunction search was found, which revealed that gaze cue affected feature extraction as well as later processing stages (decision and response processes), but it did not influence feature integration directly.

It was concluded that the intrinsic mechanism of GCE belonged to the endogenous attention system. Eyes gaze cue may induce observers' attention shift through the generation of an internal representation of the spatial location indicated by the cue, and facilitate target feature extraction and encoding, thus speed up the response ultimately.

Key words eyes gaze cueing effect; exogenous attention; endogenous attention; spatial Stroop effect; feature integration