

• 研究简报(Research Reports) •

跨感觉通道任务中刺激驱动注意捕获的不对称性*

李毕琴^{1,2} 张 明^{1,3}

(¹ 东北师范大学心理学院, 长春 130024) (² 贵州师范大学心理学系, 贵阳 550001)

(³ 天津师范大学心理与行为研究院, 天津 300074)

摘 要 通过两个实验探讨了来自不同感觉通道或不同空间方位的奇异刺激在视听搜索范式中的注意捕获。实验一使用定位任务探讨刺激驱动注意捕获中跨通道效应及其不对称性, 结果发现, 当靶子在听觉通道时, 只有来自听觉同侧空间方位的奇异刺激成功的捕获了注意; 而来自视觉同侧空间和异侧空间的奇异刺激并没有捕获注意。实验二使用检测任务进一步探讨刺激驱动的注意捕获中的跨通道效应且具有不对称性, 结果发现, 来自同侧和异侧的听觉奇异刺激均捕获了注意, 但是视觉奇异刺激却不能捕获注意。研究表明, 视听搜索范式中的奇异刺激的注意捕获具有不对称性, 且存在着一种超感觉通道的注意资源。

关键词 注意捕获; 刺激驱动; 视听感觉通道; 跨通道效应; 不对称性

分类号 B842

1 引言

注意捕获是指注意暂时性离开当前任务, 被某些与当前任务无关的物体或事件吸引。注意选择过程可能会受被试自上而下控制, 也可能被刺激的属性驱动, 以自下而上的方式加工。无关信息引起的注意捕获研究主要有额外奇异刺激范式(Theeuwes, 1994)和线索化范式(Posner, 1980)。新近研究者开始关注跨通道的选择性注意(Spence & Driver, 2000; van der Burg, Olivers, Bronkhorst, & Theeuwes, 2008)。目前, 跨通道研究主要存在两个问题(Santangelo & Spence, 2008; Spence, 2010): (1) 捕获注意是否伴随注意的空间转移? (2) 不同感觉通道的注意资源到底来自于单一系统还是来自于多重特异性系统?

首先, 研究者证实来自某一感觉通道某侧空间的刺激, 能引导另一感觉通道的注意转向相应

的空间。无关刺激捕获注意存在着跨通道效应, 但注意捕获的方式还存在争议。Ward (1994)发现视觉线索既影响视觉靶子注意空间转移, 也影响听觉靶子; 而听觉线索只影响听觉靶子, 不影响视觉靶子。Space 和 Driver (1997)则发现听觉线索影响视觉靶子, 而视觉线索不影响听觉靶子。Mazza, Turatto, Rossi 和 Umiltà (2007)在视觉任务高度集中的条件下, 研究跨通道线索效应, 得到了与Space 和 Driver (1997)相同的结果。这种现象被称之为跨通道效应的不对称性, 即跨通道任务中, 听觉线索捕获视觉注意, 甚至自动的捕获外源性选择性注意; 而视觉线索不能捕获听觉注意。

其次, 针对不同感觉通道的注意资源问题的研究分为两种观点: (1) 注意可以被有效的分为两个部分, 分别完成视觉任务和听觉任务, 任务间不存在干扰现象; 对视觉和听觉事件的加工是平行的、相互独立的, 存在注意资源感觉通道特异性(Wickens, 2002)。 (2) 不同感觉通道的注意资源并不是完全分离, 存在超感觉通道资源。后者证据主要来自两个研究思路: 一是使用双任务范式考察不同感觉通道任务间是否存在干扰; 二是采用脑成像技术研究单通道选择性注意与跨通道选择性注意信息加工脑机制的区别。Talsma, Doty,

收稿日期: 2012-05-21

* 中央高校基本科研业务费专项资金资助(10SSXT114); 高等学校博士学科点专项科研基金博导类资助课题(20110043110012); 教育部人文社会科学重点研究基地项目(2009JJDXXL004)。

通讯作者: 张明, E-mail: zhangm@nenu.edu.cn

Stowd 和 Woldorff (2006)发现在不涉及空间方位的,多感觉通道任务会激活更多的注意资源,其注意资源容量会大于单感觉通道任务。吴景龙、张帆、吕玥和唐晓英(2009)认为单通道选择性注意与跨通道选择性注意存在不同的信息加工脑机制。Santangelo, Fagioli 和 Macaluso (2010)发现同时监控左右方位双感觉通道信息时,会激活更多的特异性注意资源,从而允许双感觉通道信息的平行加工。

综上所述,研究普遍支持在跨通道空间选择注意中,存在跨通道效应且具有不对称性。已有研究多使用线索化任务,考查来自不同感觉通道的线索是否能引导注意。与额外奇异刺激范式相比,线索不管是否有效,始终和任务有关。Tipples (2002)在研究中发现被试在有线索条件下反应明显快于无线索条件。甚至使用不具有预测性的线索时,也出现了线索化效应。既然如此,那么线索化范式下跨通道效应及其不对称性是否有局限,而非普遍性结论?与线索化任务不同,额外奇异刺激任务是一个强有力的自下而上的刺激驱动过程。Theeuwes (2010)认为,额外奇异刺激任务有助于研究搜索过程中信息之间的竞争。由于靶和干扰可能出现在视野中的任何一个位置,不会受到空间注意的影响。本研究采用额外奇异刺激范式来探讨跨通道效应及其不对称性的普遍性,即效应是否只存在于基于空间注意的线索化范式中,还是也存在于基于刺激或物体识别的搜索任务。研究设计两类与知觉辨别有关的搜索任务,实验一是基于空间注意的定位任务,被试对靶子的位置进行辨别。为了避免任务中空间注意分配对跨通道效应中不对称性的影响,实验二是基于非空间注意的刺激和物体辨别任务,被试辨别客体的

特征(是否闪烁)是否出现。

2 实验 1

2.1 被试

某高校在读学生 14 人(5 名男生),平均年龄为 23 岁(19~27 岁)。均为右利手,视力或矫正视力正常,自陈听力正常。

2.2 实验设计

实验采用 2(靶子通道:视觉(V)/听觉(A)) × 4(奇异刺激类型:无奇异刺激(ND)/同通道奇异刺激(UD)/跨通道异侧空间奇异刺激(CID)/跨通道同侧空间奇异刺激(CVD))被试内设计(见图 1)。注意捕获效应量(AC)为有奇异刺激与无奇异刺激间反应时之差。

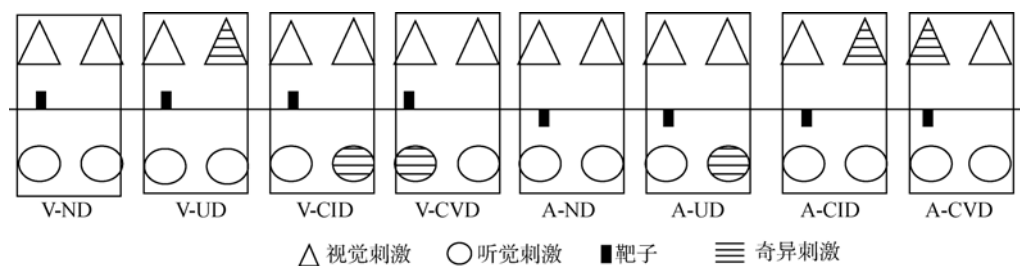
2.2.1 实验仪器与材料

采用 20 英寸显示器呈现,声音用 2.0 扬声器播放。视觉刺激持续时长 200ms, 200×200 像素,呈现在屏幕的左边和右边,距离中央视角约 10°。红色色块为奇异刺激,不可能成为靶子。绿色色块在 200ms 期间颜色不变化为非靶;相反,中间 100ms 颜色变成灰色则为靶子,看起来就像闪烁。

听觉刺激是采样大小 16 位,44kHz,音高约 65dB,持续时长 200ms 的正弦声波。1000Hz 是奇异刺激。600Hz 声音期间不变化为非靶;相反,中间 100ms 被静音则为靶子,听起来像响了两声。

2.2.2 实验程序

被试端坐屏幕前方,头放在支架上准备。扬声器放在显示器两端约 10cm 处,被试距离显示器约 80cm。灰色屏幕上先出现一个注意点+号,持续 1s 后消失,随后屏幕的左/右边和音箱的左/右边 4 个位置均呈现 200ms 的刺激,刺激呈现完后空屏 3s 等待被试反应。



ND: 无奇异刺激; UD: 同通道奇异刺激; CID: 跨通道异侧空间奇异刺激; CVD: 跨通道同侧空间奇异刺激

图 1 视听闪频定位任务不同奇异刺激类型

4 个位置只有一个位置会闪烁(靶子), 随机出现。实验前明确告诉被试, 只有绿色色块或 600Hz 声音会闪烁(间断), 而红色色块或 1000Hz 声音不可能为靶子。当靶子出现在视觉通道时, 屏幕左/右边的色块可能相同(图 1V-ND)也可能不同(图 1V-UD), 音箱的左/右边同样可能相同也可能不同(图 1 V-CID 和 V-CVD)。被试尽可能忽略奇异刺激对闪烁位置进行判断, 如果闪烁位置在屏幕左边则用左手按 D 键, 右边按 F 键; 如果在音箱左边则用右手按 J 键, 右边按 K 键。左手和右手在被试间平衡。正式实验前先练习, 保证正确的

前提下越快越好, 反应错误会出现警告提示。完成 6 个组块, 共 480 次。

2.2.3 结果分析

剔除 4 名正确率低于 85% 的被试。剔除每个被试过快或过慢的反应, 超过平均时三个标准差之外的试次不纳入分析, 剔除率约 2.08%。对正确率(见表 1)进行 2×4 重复方差分析, 结果表明, 靶任务类别主效应显著, $F(1, 9)=9.19, p<0.05$, 当靶子出现在听觉通道时正确率低于出现在视觉通道时; 奇异刺激类型主效应不显著, $F(3, 27)=1.59, p=0.216$; 两者交互作用也不显著, $F(3, 27)<1$ 。

表 1 实验 1 平均反应时(ms)和正确率(%) ($M\pm SD$)

靶子通道		奇异刺激类型			
		无奇异刺激 ND	同通道奇异 UD	跨通道异侧空间奇异 CID	跨通道同侧空间奇异 CVD
听觉靶子	反应时	656.22±179.33	831.46±222.64	670.67±159.67	649.32±171.74
	正确率	93.20±0.06	91.90±0.06	96.30±0.04	95.00±0.05
视觉靶子	反应时	408.60±104.57	424.54±100.06	423.47±93.79	431.96±115.02
	正确率	96.90±0.03	96.20±0.05	97.80±0.03	96.90±0.03

对反应时进行 2×4 重复方差分析, 结果发现靶通道类别主效应显著, $F(1, 9)=38.85, p<0.001$, 出现在听觉通道的靶子反应时明显长于出现在视觉通道的; 奇异刺激类型主效应显著, $F(3, 27)=7.99, p<0.05$; 两者交互作用也显著, $F(3, 27)=8.06, p<0.05$ 。

实验主要关注不同奇异刺激类型下奇异刺激引起的注意捕获, 将不同奇异刺激与无奇异刺激进行比较, 注意捕获效应量见图 2。结果表明, 靶

子出现在听觉通道时, 奇异刺激引起的注意捕获主要来自于听觉异侧空间(175.24ms), $F(1, 9)=26.90, p<0.01$, 而视觉异侧空间(14.45ms)和同侧空间(-6.90ms)对听觉通道的靶子未产生影响。当靶子出现在视觉通道时, 奇异刺激引起的干扰主要来自于听觉同侧空间(23.36ms), $F(1, 9)=11.89, p<0.01$, 而听觉异侧空间(14.87ms)和视觉异侧空间(15.94ms)对视觉靶子均没有产生影响。

2.2.4 小结

实验 1 是一个与空间注意有关的视听搜索任务, 被试在搜索靶子的同时需要对靶的空间位置进行定位。结果与线索化任务中的跨通道效应及其不对称性基本一致, 视觉奇异刺激对听觉靶子反应不产生影响, 而听觉奇异刺激对听觉靶子和视觉靶子反应均产生影响。同侧听觉奇异刺激捕获视觉注意, 而异侧听觉奇异刺激不能捕获视觉注意, 这说明注意资源是基于空间而不是基于感觉通道。注意分配资源并不只局限于相关感觉道内部的空间, 超感觉通道的注意控制起作用。此外, 视觉奇异刺激未能捕获视觉注意, 在总讨论中将结合实验 2 进一步探讨。在实验 1 中不管是正确率还是反应时靶子通道类型主效应显著, 听觉靶子正确率显著低于视觉靶子($p<0.05$), 听觉

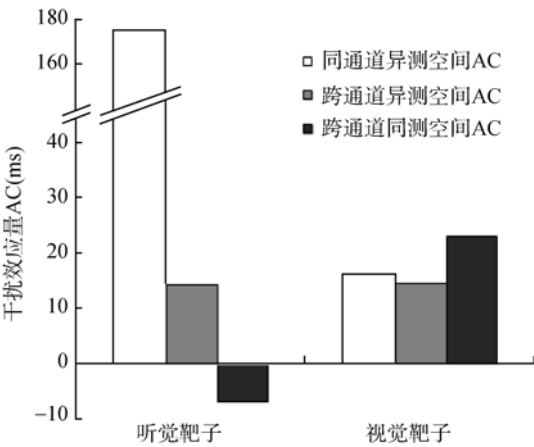


图 2 实验 1 不同奇异刺激的注意捕获效应量

靶子的反应时显著长于视觉靶子($p<0.001$)。实验2声音奇异刺激改为白噪音,使听觉靶子和奇异刺激更易区分,降低听觉任务难度。

3 实验2

3.1 被试

某高校在读学生11人(3名男生),平均年龄为21岁(17~26岁)。右利手,视力或矫正视力正常,自陈听力正常。

3.2 实验设计

实验设计与实验1相同。

3.2.1 实验仪器与材料

听觉材料中奇异刺激为白噪音,实验仪器与其他材料与实验1相同。

3.2.2 实验程序

实验程序与实验1相同,完成6个组块,共480次。唯一不同的是有一半试次不出现靶子,即视听刺激在200ms期间不发生任务变化。被试的任务是不考虑闪烁的靶子出现的感觉通道(听觉或视觉)和方位(左侧或右侧),只要出现闪烁的靶子就按键↓进行反应,无靶子则不反应。

3.2.3 结果分析

1名被试因正确率太低未纳入分析。采用与实验1相同的剔除标准,剔除率约2.14%。对正确率(见表2)进行 2×4 重复方差分析,结果表明靶任务类别主效应不显著, $F(1, 9)<1$;奇异刺激类型主效应不显著, $F(3, 27)=1.85$, $p=0.161$;两者交互作用也不显著, $F(3, 27)=1.33$, $p=0.285$ 。

对反应时进行 2×4 重复方差分析,结果发现靶通道类别主效应不显著, $F(1, 9)=1.09$, $p=0.323$;奇异刺激类型主效应显著, $F(3, 27)=8.42$, $p<0.001$;两者交互作用也显著, $F(3, 27)=14.48$, $p<0.001$ 。

将不同奇异刺激与无奇异刺激进行比较(见图3)。结果发现,靶子在听觉感觉通道时,来自于异侧听觉奇异刺激引起干扰(77.01ms), $F(1, 9)=17.93$, $p<0.01$,而异侧(-11.67ms)或同侧(6.65ms)视觉奇异刺激对听觉靶干扰不显著。当靶子在视觉感觉通道时,来自异侧视觉奇异刺激引起干扰(28.54ms), $F(1, 9)=6.43$, $p<0.05$;跨通道异侧(33.56ms; $F(1, 9)=11.88$, $p<0.01$)和同侧(26.88ms; $F(1, 9)=17.51$, $p<0.01$)听觉奇异刺激的注意捕获均显著。

表2 实验2平均反应时(ms)和正确率(%) ($M\pm SD$)

靶子通道		奇异刺激类型			
		无奇异刺激 ND	同通道奇异 UD	跨通道异侧空间 奇异 CID	跨通道同侧 空间奇异 CVD
听觉靶子	反应时	343.01 $\pm$ 103.43	420.02 $\pm$ 126.62	331.34 $\pm$ 85.13	349.66 $\pm$ 96.61
	正确率	92.90 $\pm$ 0.06	95.30 $\pm$ 0.06	97.60 $\pm$ 0.04	95.10 $\pm$ 0.05
视觉靶子	反应时	354.81 $\pm$ 74.52	383.35 $\pm$ 87.56	388.37 $\pm$ 79.92	381.69 $\pm$ 77.25
	正确率	95.40 $\pm$ 0.05	96.10 $\pm$ 0.03	95.80 $\pm$ 0.03	93.20 $\pm$ 0.03

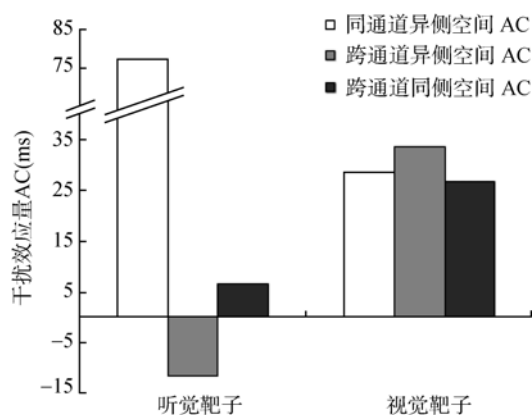


图3 实验2不同奇异刺激的注意捕获效应量

3.2.4 小结

实验2与实验预测完全一致,证实基于刺激识别的视听搜索任务中,跨通道注意捕获同样存在跨通道效应及其不对称性:听觉奇异刺激会影响视觉靶子加工,但是视觉奇异刺激对听觉靶子加工不产生影响。实验2说明视听感觉通道内部的注意过程并不是相互独立、完全分离的;不管是来自同侧还是异侧的听觉奇异刺激,对视觉靶子加工都会产生影响,可能存在一个与空间位置无关的超感觉通道的注意控制系统。相对于视觉奇异刺激,听觉奇异刺激更为自动化的捕获了超感觉通道的注意资源。

4 总讨论

本研究使用额外奇异刺激范式, 探讨跨通道效应不对称性及超感觉通道注意资源问题。实验 1 发现同通道中听觉奇异刺激捕获听觉注意, 而视觉奇异刺激不能捕获视觉注意。跨通道中听觉奇异刺激捕获了同侧视觉注意, 但不能捕获异侧视觉注意。这与实验预测不太一致, 不符合刺激驱动注意捕获原理。Belopolsky, Zwaan, Theeuwes 和 Kramer (2007) 提出了注意窗口的概念, 为不同控制加工理论间的争议提供了一个和解途径。他们认为注意窗口的大小是干扰刺激或分心物捕获注意的关键, 注意窗口的大小受自上而下加工的控制。当搜索任务容易时, 注意窗口变大; 任务困难时, 注意窗口则变小。在注意窗口内的干扰刺激能捕获注意, 且不受自上而下加工控制, 无法进入相应空间的干扰刺激则不能捕获注意。与实验 2 相比, 实验 1 任务反应更慢, 正确率更低, 是一个相对困难的任务。当注意窗口变小后, 处于注意窗口边缘的异侧奇异刺激将无法成功捕获注意。同通道中视觉奇异刺激将不能捕获视觉注意, 但是由于听觉奇异刺激的注意捕获功能比视觉的更自动化(Santangelo & Spence, 2008), 同处于注意窗口边缘的听觉奇异刺激却仍能捕获听觉注意, 但要捕获跨通道的视觉注意就不是那么容易了。

实验 1 与空间位置有关, 受自上而下调控的注意窗口是基于空间的而非基于感觉通道, 优先选择同一空间的不同感觉通道信息。这与 Driver 和 Spence (1998) 观点一致, 认为基于空间注意的跨通道注意资源会受到超感觉通道的高水平注意系统的控制, 而并不只局限于相关感觉道内部的感觉器的空间。实验 2 发现听觉对视觉的跨通道的干扰效应在空间方位上不具有特异性, 不管是来自同侧或异侧的听觉奇异刺激对视靶子加工都会产生影响。这说明处于扩散放大的注意窗口下, 听觉奇异刺激捕获的注意资源, 是从某感觉通道转向另一感觉通道的外源性注意定向的过程。注意资源不仅在空间分配上存在跨通道效应, 与空间无关的注意资源同样依赖于一个超感觉道的注意控制系统, 而并非以多聚光灯的形式存在。

额外奇异刺激范式中的无关信息变化更能引起外源性注意, 有助于我们研究跨通道干扰现象中的不对称性, 并进一步探讨听觉无关刺激对视

觉靶子的选择性注意的自动化过程。Santangelo 和 Spence (2008) 认为听觉无关刺激注意捕获功能比视觉更自动化, 视觉无关刺激捕获注意会受到自上而下加工控制, 而听觉无关刺激则不受其影响。Koelewijn, Bronkhorst 和 Theeuwes (2009) 发现在注意高度集中的视觉任务中, 外源性听觉刺激仍能捕获注意。Gray, Mohebbi 和 Tan (2009) 发现单感觉通道线索中视觉线索次于听觉线索。从生态学意义来说, 跨通道效应的不对称性在日常生活中是十分重要的。相对于视觉无关刺激, 听觉无关刺激更可能是一个警告信号, 因此人们很难抑制对声音无关刺激的注意。Botta, Santangelo, Raffone, Lupiáñez 和 Belardinelli (2011) 发现听觉线索能有效的捕获空间位置注意, 是因为注意警觉性提高, 而非简单的知觉增强造成。

5 结论

(1) 视听额外奇异刺激搜索任务中存在跨通道效应。

(2) 跨通道效应的不对称性具有普遍性: 听觉奇异刺激会捕获视觉注意, 但是视觉奇异刺激不能捕获听觉注意。

(3) 在检测任务中来自同侧和异侧的听觉奇异刺激均捕获了视觉注意。

(4) 在不同感觉通道间存在一种超感觉通道的注意资源。

参考文献

- 吴景龙, 张帆, 吕玥, 唐晓英. (2009). 视触觉跨通道注意的脑机理认知研究. *科技导报*, 27(11), 68-70.
- Belopolsky, A. V., Zwaan, L., Theeuwes, J., & Kramer, A. F. (2007). The size of an attentional window modulates attentional capture by color singletons. *Psychonomic Bulletin & Review*, 14, 934-938.
- Botta, F., Santangelo, V., Raffone, A., Sanabria, D., Lupiáñez, J., & Belardinelli, M. O. (2011). Multisensory integration affects visuo-spatial working memory. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 37(4), 1099-1109.
- Driver, J., & Spence, C. (1998). Attention and the crossmodal construction of space. *Trends in Cognitive Science*, 2, 254-262.
- Gray, R., Mohebbi, R., & Tan, H. Z. (2009). The spatial resolution of crossmodal attention: Implications for the design of multimodal interfaces. *Transactions on Applied*

- Perception*, 6(1), 2–14.
- Koelewijn, T., Bronkhorst, A. W., & Theeuwes, J. (2009). Auditory and visual capture during focused visual attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 35(5), 1303–1315.
- Mazza, V., Turatto, M., Rossi, M., & Umiltà, C. (2007). How automatic are audiovisual links in exogenous spatial attention? *Neuropsychologia*, 45, 514–522.
- Posner, M. I. (1980). Orienting of attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32, 3–25.
- Santangelo, V., Fagioli, S., & Macaluso, E. (2010). The costs of monitoring simultaneously two sensory modalities decrease when dividing attention in space. *NeuroImage*, 49, 2717–2727.
- Santangelo, V., & Spence, C. (2008). Is the exogenous orienting of spatial attention truly automatic? Evidence from unimodal and multisensory studies. *Consciousness and Cognition*, 17, 989–1015.
- Spence, C. (2010). Crossmodal spatial attention. *Annals of the New York Academy of Science*, 1191, 182–200.
- Spence, C., & Driver, J. (1997). Audiovisual links in exogenous covert spatial orienting. *Perception Psychophysics*, 59, 1–22.
- Spence, C., & Driver, J. (2000). Attracting attention to the illusory location of a sound: Reflexive crossmodal orienting and ventriloquism. *NeuroReport*, 11, 2057–2061.
- Talsma, D., Doty, T. J., Strowd, R., & Woldorff, M. G. (2006). Attentional capacity for processing concurrent stimuli is larger across sensory modalities than within a modality. *Psychophysiology*, 43, 541–549.
- Theeuwes, J. (1994). Stimulus-driven capture and attentional set: Selective search for color and visual abrupt onsets. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20(4), 799–806.
- Theeuwes, J. (2010). Top-down and bottom-up control of visual selection. *Acta Psychologica*, 135(2), 77–99.
- Tipples, J. (2002). Eye gaze is not unique: Automatic orienting in response to uninformative arrows. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9, 314–318.
- van der Burg, E., Olivers, C. N. L., Bronkhorst, A. W., & Theeuwes, J. (2008). Audiovisual events capture attention: Evidence from temporal order judgments. *Journal of Vision*, 8(5), 2, 1–10.
- Ward, L. M. (1994). Supramodal and modality-specific mechanisms for stimulus-driven shifts of auditory and visual attention. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 48, 242–259.
- Wickens, C. D. (2002). Multiple resources and performance prediction. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 3, 159–177.

The Cross Modality Asymmetrical Effect of Stimulus-driven Capture in Audiovisual Additional Singleton Search Task

LI Bi-Qin^{1,2}; ZHANG Ming^{1,3}

(¹ School of Psychology, Northeast Normal University, Changchun 130024, China)

(² Department of Psychology, Guizhou Normal University, Guiyang 550001, China)

(³ Academy of Psychology and Behavior, Tianjin Normal University, Tianjin, 300074, China)

Abstract: Two experiments were designed in present study to examine the asymmetrical effect in audiovisual additional singleton search task. Experiment 1 was a location orientation task, we found that the auditory singleton can capture visual attention when it was in the same spatiality with the target, but visual cues cannot capture auditory attention no matter which spatial side it was. The results suggested that there was a cross-modality effect in stimulus-driven capture; the asymmetrical effect was also existed. In experiment 2, we found that every auditory cue can capture visual attention, but neither of visual cues can capture auditory attention. The present study demonstrated the cross modality asymmetrical effect in audiovisual additional singleton search task. In the same time, the research confirmed that there is a supramodal attention control audiovisual stimulus-driven capture task.

Key words: attention capture; stimulus-driven; audiovisual modality; cross-modality effect; asymmetrical