

注意捕获效应受知觉负载及 目标与干扰项距离的共同影响*

魏 萍 康冠兰

(首都师范大学心理系, 北京市“学习与认知”重点实验室, 北京 100048)

摘 要 研究考察了无关干扰项引发的注意捕获效应如何受到任务知觉负载以及目标与干扰项距离的共同影响。被试在视觉搜索集中搜索目标并做辨别反应。通过控制搜索集的大小来控制任务知觉负载, 同时在搜索集中存在一个用颜色标定的无关干扰项(奇异项), 该奇异项与当前的搜索目标存在一致、中性或不一致的关系, 该奇异项的位置与当前目标相邻或相距较远。结果发现, 被试在低负载条件下出现显著的干扰效应(不一致条件的反应时减中性条件的反应时), 而在高负载条件下干扰效应减小。此外, 在高负载条件下, 当目标与干扰项相距较近时没有出现干扰效应, 而当目标与干扰项相距较远时存在显著的干扰效应。干扰效应受到任务知觉负载和目标与无关干扰项距离的共同影响。这些结果说明, 与任务无关的刺激是否捕获注意取决于当前任务总体上是否存在可用的剩余注意资源, 也受到其周围临近区域的局部注意资源是否充足的影响。

关键词 知觉负载; 注意捕获; 奇异项; 局部干扰效应; 注意资源

分类号 B842

1 引言

人类的视觉系统每时每刻都接收大量信息, 但是并不是每个细节都与当前的任务有关。视觉系统加工能力的有限性决定了我们不可能对所有这些信息都进行加工。选择性注意的功能保证我们能够选择必要的信息进行加工, 并忽略或抑制不必要的信息(Beck & Kastner, 2005; Desimone & Duncan, 1995; Friedman-Hill, Robertson, Ungerleider, & Desimone, 2003; Posner & Petersen, 1990)。人类的注意选择可以按两种不同的方式发生。一方面, 注意的选择性体现在我们可以带着确定的目标去提取感兴趣的信息。例如, 在视觉搜索范式中, 被试需要在同时呈现的多个项目中找到事先设定的目标项(Wolfe, 1994)。另一方面, 在寻找目标项的过程中, 注意也有可能被异常鲜明的非目标项所吸引。例如, 当被试需要寻找一个形状目标时, 注意

很可能被搜索画面中的带有奇特颜色的项目所捕获(Theeuwes, 1991, 1992; Yantis, 1993)。

视觉选择性注意的一个重要问题是, 我们能否或者能够在多大程度上拒绝或抑制对任务无关信息的加工(Bacon & Egeth, 1994; Burnham, 2007; Corbetta & Shulman, 2002; Folk, Remington, & Johnston, 1992; Leber & Egeth, 2006; Posner & Petersen, 1990; Theeuwes, 1994, 2004)。注意的早选择假设(Broadbent, 1958; Treisman & Gormican, 1988)认为知觉加工资源是有限的, 注意选择发生在知觉阶段; 而晚选择假设(Deutsch & Deutsch, 1963; Duncan, 1980)则认为知觉加工的发生是自动的, 注意选择发生在反应阶段。知觉负载理论(Lavie, 1995, 2005; Lavie & Tsal, 1994)在一个两可模型中整合了上述两种假设, 认为当前任务的知觉负载决定无关刺激是否被加工, 决定注意选择发生的早或晚, 从而解决了早选择和晚选择加工之争。

收稿日期: 2012-02-23

* 国家自然科学基金资助(31000502)。

通讯作者: 魏萍, E-mail: weiping@mail.cnu.edu.cn

如果当前的任务知觉负载高, 占用了足够的加工资源, 导致没有多余的资源加工无关的刺激。那么, 无关刺激在知觉加工阶段就被排除, 发生知觉选择。反之, 如果当前的任务知觉负载低, 只耗用了一部分加工资源, 多余的资源就会自动溢出, 使无关刺激完成知觉加工, 发生反应选择。在考察知觉负载如何影响无关干扰项引起的注意捕获效应的实验中, 多数研究将无关干扰项在空间位置上与搜索集分离(Lavie, 1995; Lavie & Cox, 1997; Lavie & de Fockert, 2003; Lavie & Fox, 2000; Lavie & Tsal, 1994; Wei & Zhou, 2006; 梁华, 陈湘川, 张达人, 2004; 吕建国, 王凌, 周晓林, 2007; 魏萍, 周晓林, 2005; 张达人, 张鹏远, 陈湘川, 1998)。例如, 被试需要在围绕中央注视点的多个字母中搜索目标字母, 通过控制搜索集的大小或搜索项目的性质来控制知觉负载的高低(近期综述见 Lavie, 2010)。而在中央搜索集的左或右(上或下)存在一个与当前目标一致(即与目标一样)、不一致(即与目标不同并引发不同的反应)、中性或无关(即虽与目标不同, 但不在刺激-反应映射中)的干扰项(也称侧抑制项, flanker, Eriksen & Eriksen, 1974)。通过考察侧抑制效应来推测无关干扰项是否被加工。典型的发现是, 当中央搜索集搜索任务为高负载时, 被试对目标的搜索耗用了当下可用的注意资源, 导致没有多余的资源加工无关干扰项, 所以该干扰项与当前目标一致、中性或不一致对目标的搜索反应时没有影响, 即没有侧抑制效应; 然而, 当中央搜索集搜索任务为低负载时, 被试对目标的搜索只耗用了一部分注意资源, 导致剩余的注意资源自动溢出加工了无关的干扰项, 那么被试在干扰项与目标项不一致条件下的反应时长于被试在干扰项与目标项一致或无关条件下的反应时, 即存在侧抑制效应。这说明无关侧抑制项此时捕获了注意, 完成了知觉加工, 并在反应选择阶段对目标造成了干扰。

近期一些研究指出, 上述的实验操纵虽然考察了无关侧抑制项受知觉负载影响的注意捕获效应, 但是此时无关干扰项是在空间上与中央搜索集分离的, 该干扰项在高负载条件下不能够引发注意捕获效应主要是因为此时对搜索集的知觉登记(perceptual register)难度增加(Torralbo & Beck, 2008), 剩余的注意资源被中央搜索集的其它项目占用和分散了(Lavie & Torralbo, 2010; Tsal & Benoni, 2010a, 2010b)。随后的问题是, 如果无关干扰项在空间上与搜索集难以区分, 那么, 我们的注

意选择是否仍然遵循知觉负载理论的预测? 近期一些研究将无关干扰项混合在搜索集中(Biggs & Gibson, 2010; Gibson & Bryant, 2008), 借用了研究注意捕获效应常用的额外奇异项范式(additional singleton paradigm, Theeuwes, 1991), 将被试需要搜索的项目和无关干扰项用不同的颜色进行标定。例如, 被试需要在绿色字母中搜索目标, 而无关干扰项是红色字母(即该字母是无关的颜色奇异项)。同时, 奇异项本身与被试的目标存在一致、中性或不一致的关系。通过考察被试在一致、中性以及不一致条件的反应时差异, 来考察干扰项是否得到加工。隐含的假设是, 如果干扰项完成了知觉加工, 那么不一致条件下无关的奇异项字母将引发被试的反应冲突, 导致被试在不一致条件比在一致和中性条件反应时延长; 反之, 如果无关奇异项没有完成知觉加工, 那么被试应该在一致、中性或不一致条件的反应时没有差异。结果发现(Biggs & Gibson, 2010; Gibson & Bryant, 2008), 此时知觉负载的操纵也能够影响干扰效应的大小。当搜索集中存在一个无关干扰项(通常是颜色奇异项)时, 被试在低负载条件下产生显著的干扰效应, 而在高负载条件下干扰效应则不显著。

但是, 这类研究忽略的一个重要问题是, 目标和无关奇异项之间的距离可能会影响干扰效应的大小, 从而可能影响不同负载条件下的注意捕获量。大量的视觉空间注意选择研究证明, 在注意选择的区域周围存在一个被抑制的环状区域(suppression ring)。行为研究证据(Braun & Sagi 1990; Caputo & Guerra, 1998; Mounts, 2000a, 2000b; Mounts & Gavett, 2004; Mounts & Tomaselli 2005; Wei, Lü, Müller, & Zhou, 2008)和神经生理学证据(Hopf et al., 2006; Luck, Girelli, McDermott, & Ford, 1997)均证明, 出现在当前注意焦点的抑制区域内的客体, 不管是任务相关的还是任务无关的, 都会受到抑制, 产生局部干扰效应(Localized Attentional Interference effect)。例如, 当需要搜索的目标附近存在一个无关奇异项时, 被试对目标的反应时显著延长(Mounts, 2000a, 2000b; Mounts & Gavett, 2004; Mounts & Tomaselli 2005); 当需要同时搜索两个目标时(双目标任务), 两个目标相邻时却比两个目标相距较远时反应更慢(Wei et al., 2008)。对局部干扰效应的一个重要解释是资源分配理论(resource allocation account, Bahcall & Kowler, 1999)。当两个需要加工的客体相邻时, 会产生视觉系统编码的模

糊(Luck et al. 1997), 从而产生加工资源的紧张, 而当他们相距较远时则没有上述问题。

那么, 当无关干扰项与搜索集混合在一起时, 过去研究没有发现高负载条件下的注意捕获效应(Biggs & Gibson, 2010; Gibson & Bryant, 2008)可能是由于没有控制无关干扰项与目标的距离, 也从而没有考察该距离对注意捕获效应的影响。在当前的研究中, 我们采用注意捕获范式, 将一个与当前目标存在一致、中性或不一致关系的项目标记为颜色奇异项(与任务无关), 并控制搜索任务的负载高低和当前目标项与无关奇异项的距离, 来检验注意捕获效应是否受到任务知觉负载和目标与奇异项距离的交互影响。按照知觉负载理论(Lavie, 1995, 2005; Lavie & Tsal, 1994), 可以预测的是, 整体上, 低负载情况会产生较大的干扰效应, 而在高负载下干扰效应较小。此外, 按照局部干扰效应的资源分配理论(Bahcall & Kowler 1999), 可以预测的是, 在高负载情况下, 无关奇异项对当前目标的干扰效应会受到目标与干扰项距离的调节。当目标与干扰项相距较近时, 由于资源紧张, 无关奇异项得到较少的加工, 干扰效应较小; 但是, 当目标与干扰项相距较远时, 局部资源紧张的状况得到缓解, 无关奇异项可能得到知觉加工并引发较大的干扰效应。

2 方法

2.1 被试

26 名在校大学生和研究生(20 名女生, 6 名男生)参加了实验。被试均为右利手, 平均年龄 21 岁(19~28 岁, $SD = 1.96$ 岁)。所有被试的视力或矫正视力正常, 无色盲色弱。所有被试均自愿参加实验, 实验后获得一定的报酬。

2.2 刺激和仪器

实验刺激在 17 寸纯平 CRT 显示器上呈现, 分辨率为 1024×768 。实验刺激的呈现和被试反应数据的记录用 Presentation (<http://nbs.neuro-bs.com/>) 软件实现。刺激画面中心是中央注视点, 周围按虚拟圆形相邻排列有 4 个、8 个或 12 个字母, 每个字母在一个小圆中(见图 1)。字母圆出现的位置是随机的, 但总是相邻排列。通过控制搜索集的大小, 即搜索集中项目的多少来控制知觉负载。需要注意的是, 当前研究对知觉负载的控制排除了搜索集密度(display density)可能造成的混淆。在一些相关研究(例如, Biggs & Gibson, 2010; Gibson & Bryant, 2008)的高知觉负载条件下(搜索集大小为 12), 12 个

字母紧邻着排列在围绕中央注视点的虚拟圆形上; 而在低知觉负载条件下(搜索集大小为 4), 4 个字母分布在该虚拟圆的上下左右四个位置, 这造成低知觉负载下的搜索集密度显著低于高知觉负载条件下的搜索集密度。这样, 高低知觉负载间的差异可能有部分原因是由于搜索集密度不同造成的(Wei et al., 2008)。在当前研究中, 无论在何种知觉负载条件下, 字母圆均在围绕中央注视点的虚拟圆形上相邻呈现。搜索集密度在不同的知觉负载条件下保持一致, 避免了该变量可能造成的混淆。小圆中心到中央注视点的距离为 3.5° 视角, 小圆的直径为 0.2° 视角, 每个字母宽和高的视角分别为 0.6° 和 0.8° 。搜索画面中有一个圆形的颜色与其它圆形颜色不同, 为颜色奇异项。对一半被试来讲, 奇异项圆形为绿色(RGB: 50, 200, 50), 其它圆形为红色(RGB: 200, 50, 50), 被试被要求在红色圆形中搜索目标字母; 对另一半被试相反。被试被要求忽略奇异项圆形。目标字母(E 或 R)与其它填充字母(F, H, L, K, N, P, D, Z, U, X)随机出现在需要搜索的圆形中。奇异项圆形中可能出现的字母为 E, R, T。这样, 奇异项圆形中的字母与当前的目标字母存在一致、中性、不一致三种关系。

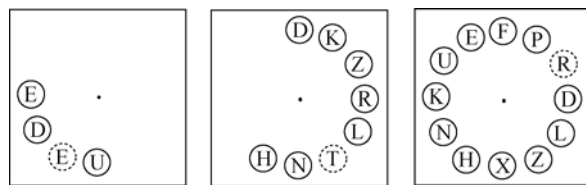


图 1 实验搜索画面举例。由左至右分别示例低知觉负载、中等知觉负载、高知觉负载三种条件(即搜索集大小分别为 4、8、12)。被试在实线圆代表的项目中搜索目标字母(E 或 R)并做辨别反应。虚线圆代表颜色奇异项, 与任务无关。目标字母与无关奇异项中的字母可能一致、中性、不一致。

2.3 实验设计和程序

实验采用 3 (知觉负载: 低、中、高, 即搜索集大小为 4、8、12) $\times$ 3 (目标-奇异项关系: 一致、中性、不一致) 的被试内设计。整个实验中, 实验刺激呈现在黑色背景上, 被试距屏幕 65cm。在每个试次(trial)开始时, 屏幕中央都会呈现一个白色的注视点 1000ms; 随后呈现搜索画面, 持续时间为直到被试反应为止。如果画面呈现 2000ms 后仍没有反应, 则进入下一个试次。被试的任务是在搜索系列中搜索目标字母(E 或 R)。如果是 E, 用右手食指按

鼠标左键;如果是 R,用右手中指按鼠标右键。要求被试又快又准地按键。

每个子条件下有 180 个试次,共有 1620 个试次。这些试次平均分配在 3 个实验区组中,即每个区组有各个子条件的 60 个试次,以伪随机的形式呈现给被试。每做完一个区组后,被试有 3 分钟的休息时间。实验前被试进行了练习来了解和熟悉实验任务。

此外,为考察目标项和奇异项之间的距离对搜索反应时和干扰效应的影响,我们控制了目标项与奇异项之间的距离。参考 Hopf 等人(2006)的方式来标记目标与奇异项的距离。当搜索集大小为 4 时,目标项与奇异项之间的距离可能为 1 (即目标与奇异项相邻)、2 (即目标与奇异项相隔 1 个项目)或 3 (即目标与奇异项相隔 2 个项目)。这三种距离条件在上述每个子条件(一致、中性、不一致条件)中分别有 60 个试次。而当搜索集大小为 8 或 12 时,目标与奇异项之间的距离可能为 1、2、3 (同上),或 4 (即目标与奇异项相隔 3 个项目)、5 (即目标与奇异项相隔 4 个项目)。每种距离条件在每个子条件中分别有 36 个试次。

3 结果

3.1 干扰效应受知觉负载的影响

由于目标-奇异项距离在低知觉负载条件存在 3 种情况(1/2/3),而在中或高知觉负载条件存在 5 种情况(1/2/3/4/5),不能直接进行知觉负载、目标-奇异项关系、目标-奇异项距离的整体方差分析。首先考察知觉负载对干扰效应的影响。

按照 3 (知觉负载:低、中、高)×3 (目标-奇异项关系:一致、中性、不一致)的实验设计,对每个

子条件计算了平均反应时和正确率(见图 2),错误的反应被剔除。对每个被试每个子条件进行了反应极端值(平均值±三个标准差以外的数据)的剔除,共剔除了 1.2%的数据。接着,我们对平均反应时进行了 3 (知觉负载)×3 (目标-奇异项关系)的重复测量方差分析。方差分析的结果显示:知觉负载的主效应显著, $F(2, 50) = 1296.45, p < 0.001$, 被试的反应时随知觉负载增大而增大(920 ms, 1234 ms, 1423 ms);目标-奇异项关系的主效应显著, $F(2, 50) = 12.09, p < 0.001$, 被试在不一致条件、中性条件和一致条件的反应时存在差异(1209 ms, 1174 ms, 1192 ms)。事后多重比较(Bonferroni 校正)发现,被试在不一致条件下的反应时显著长于在中性条件下的反应时($p < 0.001$)和在一致条件下的反应时($p < 0.05$),但是,被试在一致条件和中性条件下的反应时差异不显著($p = 0.07$)。此外,知觉负载与目标-奇异项关系的交互作用显著, $F(4, 100) = 2.56, p < 0.05$, 被试在不一致、中性和一致条件之间的反应时差异受到知觉负载的调节。接着,对干扰效应量(不一致条件的反应时减去中性条件的反应时)在三种知觉负载条件下的值进行单因素方差分析。结果显示,干扰效应的大小随知觉负载增大而减小, $F(2, 50) = 4.43, p < 0.05$, 与知觉负载理论的预测一致。事后多重比较(Bonferroni 校正)发现,低知觉负载条件下的干扰效应(59 ms)显著大于中等知觉负载条件下的干扰效应(24 ms)或高知觉负载条件下的干扰效应(22 ms), $ps < 0.05$, 而中等知觉负载条件下的干扰效应和高知觉负载条件下的干扰效应没有差异, $p > 0.1$ 。

对错误率进行了同样的方差分析。结果显示,知觉负载的主效应显著, $F(2, 50) = 44.98, p < 0.001$,

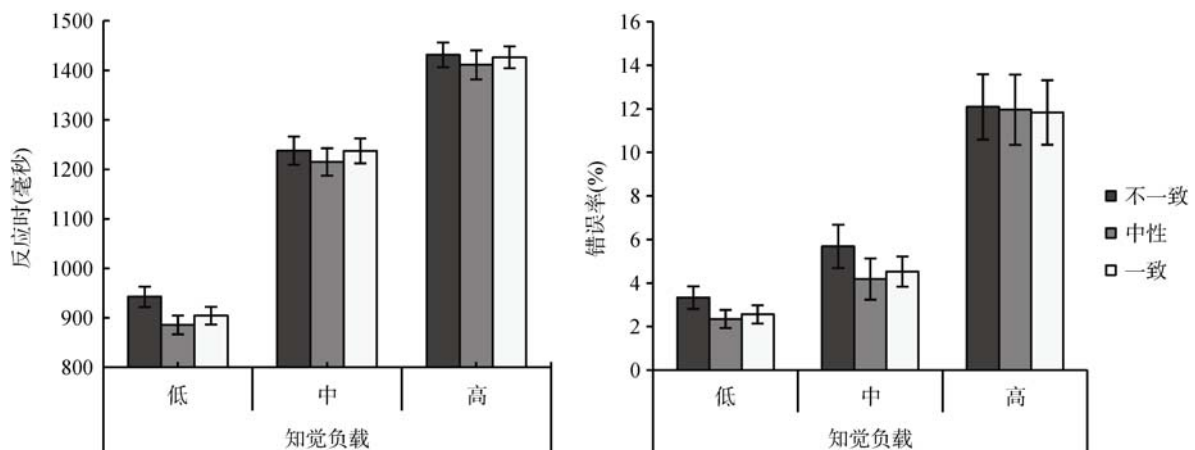


图 2 不同知觉负载时不一致、中性和一致条件的平均反应时和标准误(左图),以及错误率和标准误(右图)

被试的错误率随知觉负载增大而增大(2.7%, 4.8%, 12.0%); 目标-奇异项关系的主效应显著, $F(2, 50) = 3.29, p < 0.05$, 被试在不一致条件的错误率(7.0%)显著大于在中性条件的错误率(6.2%)和一致条件的错误率(6.3%)。其它效应不显著。

3.2 干扰效应随目标-奇异项距离的变化

为了考察干扰效应如何受到知觉负载和目标-奇异项距离的共同影响, 我们对各个知觉负载条件下每个目标-奇异项距离计算了干扰效应值(不一致-中性, 见图 3)。首先, 将中等知觉负载和高知觉负载条件下目标-奇异项距离为 1、2 和 3 时的数据与低知觉负载条件的数据整合, 对干扰效应进行 3

(知觉负载: 低、中、高) $\times$ 3 (目标-奇异项距离: 1、2、3) 的重复测量方差分析。结果显示, 知觉负载的主效应显著, $F(2, 50) = 14.77, p < 0.001$, 被试在低知觉负载条件的干扰效应(59 ms)大于在中等知觉负载条件的干扰效应(16 ms)和高知觉负载条件的干扰效应(17 ms)。目标-奇异项距离的主效应也显著, $F(2, 50) = 11.30, p < 0.001$, 被试在目标-奇异项距离为 1 或 2 时的干扰效应(21 ms, 11 ms)小于在目标-奇异项距离为 3 时的干扰效应(56 ms)。重要的是, 知觉负载与目标-奇异项距离的交互作用显著, $F(4, 100) = 2.81, p < 0.05$, 说明干扰效应受到了任务知觉负载和目标-奇异项距离的共同影响。

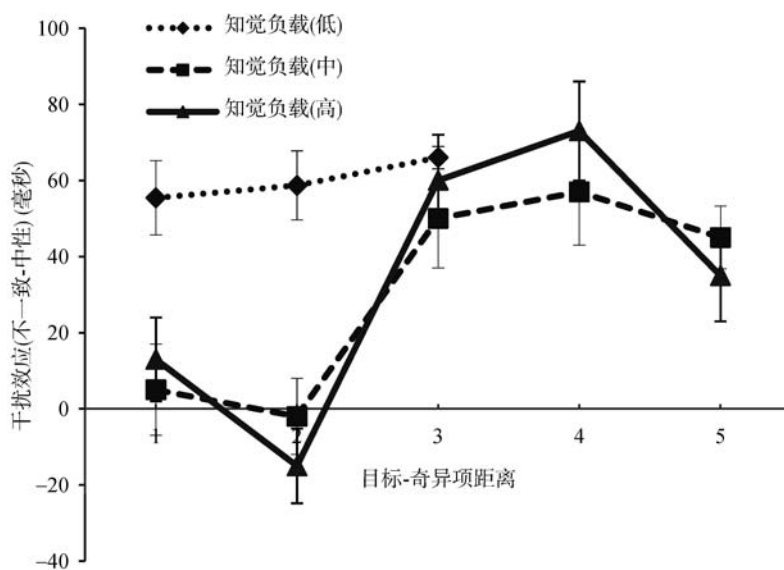


图 3 在不同知觉负载条件下, 干扰效应(不一致-中性)随目标-奇异项距离的变化。图中误差线为各个目标-奇异项距离上干扰效应的标准误。

接着, 对每个知觉负载条件下干扰效应如何受目标-奇异项距离的影响进行进一步分析。在低知觉负载条件下, 对干扰效应进行单因素三水平(目标-奇异项距离: 1、2、3)的重复测量方差分析。结果显示, 该因素效应不显著, $F(2, 50) < 1$, 说明干扰效应大小不受目标-奇异项距离(55 ms, 59 ms, 66 ms)的影响。在中等知觉负载和高知觉负载条件下, 对数据进行了 2 (知觉负载: 中、高) $\times$ 5 (目标-奇异项距离: 1、2、3、4、5) 的重复测量方差分析。结果显示, 知觉负载的主效应不显著, $F(1, 25) < 1$, 干扰效应的大小在中等知觉负载和高知觉负载条件下没有差异。目标-奇异项距离的主效应显著, $F(4, 100) = 2.57, p < 0.05$, 说明干扰效应的大小在不同的目标-奇异项距离上差异显著。Bonferroni 校正的

事后多重比较发现, 目标-奇异项距离为 1 或 2 时的干扰效应显著小于目标-奇异项距离为 3 或 4 时的干扰效应, $ps < 0.05$; 目标-奇异项距离为 2 时的干扰效应显著小于目标-奇异项距离为 5 时的干扰效应, $p < 0.05$ 。其它比较不显著。此外, 搜索集大小与目标-奇异项距离的交互作用不显著, $F(4, 100) = 1.41, p = 0.24$, 这说明干扰效应在不同的目标-奇异项距离上的差异在中等知觉负载和高知觉负载条件下模式相同。

4 讨论

采用注意捕获范式, 让被试在搜索画面中搜索目标并作辨别反应, 通过控制搜索集的大小来控制知觉负载的高低, 同时在搜索画面中存在一个与任

务无关的颜色奇异项, 该奇异项与当前目标存在一致、中性或不一致的关系。结果发现, 无关奇异项引起的干扰效应(不一致条件下的反应时减中性条件下的反应时)受到搜索集知觉负载和目标与奇异项距离的共同影响。在低知觉负载条件下, 产生了显著的干扰效应, 并且该干扰效应不受目标-奇异项距离的调节。然而, 在高知觉负载条件下, 干扰效应的大小受到目标-奇异项距离的调节, 目标-奇异项相距较远时产生的干扰效应显著大于目标-奇异项相距较近时的干扰效应。

该结果首先说明, 无关奇异项引发的注意捕获效应受到当前任务知觉负载的调节。被试在低负载下产生显著的干扰效应, 而在高负载下的干扰效应减小。即使无关干扰项混在搜索集当中, 我们的注意资源的分配也确实受到当前任务知觉负载的调节。这与过去使用类似实验设计的前人研究结果一致(例如, Biggs & Gibson, 2010; Eltiti, Wallace, & Fox, 2005)。总体来说, 在低负载条件下, 搜索目标需要耗费的注意资源较少, 剩余的资源会自动地加工无关的刺激。与当前目标不一致的无关刺激一旦完成知觉加工, 便会自动触发与当前目标冲突的反应, 造成干扰效应。而在高负载条件下, 搜索目标需要耗费较多的注意资源, 无关干扰刺激得不到完全的知觉加工, 干扰效应减小。

值得注意的是, 被试在一致条件的反应时存在高于中性条件的趋势($p = 0.07$, 见结果报告部分), 与过去的相关研究结果模式一致(Biggs & Gibson, 2010; Eltiti et al., 2005)。我们推测, 当被试需要在多个字母中搜索目标, 而目标的位置不固定, 并且无关的侧抑制项与搜索集在空间位置上不可分, 此时与目标一致的干扰项并非起到易化作用, 却是干扰作用。在传统的侧抑制效应(Flanker effect, Eriksen & Eriksen, 1974)研究中, 中央目标项两侧伴随一个一致、中性或不一致的侧抑制项。将中性条件作为基准, 不一致的侧抑制项产生干扰效应, 即被试在不一致条件下的反应时慢于中性条件; 而一致的侧抑制项则产生易化效应, 即被试在一致条件下的反应时快于中性条件。当前研究发现了不一致干扰项的干扰效应, 却没有发现一致干扰项的易化作用。一个重要的区别是, 在传统的侧抑制效应研究中, 目标的位置是固定的, 而在当前研究中(以及 Biggs & Gibson, 2010; Eltiti et al., 2005), 目标的位置是随机的。当屏幕上出现的无关奇异项为 E 或 R 时, 该字母包含在被试的刺激-反应映射中并

与当前目标形成不一致或一致的关系, 也可能捕获被试的注意; 但是, 当无关奇异项为 T 时, 该字母不包含在刺激-反应映射中, 则不容易捕获被试的注意。

那么, 如果被试在一致条件下也产生干扰效应, 采用不一致条件减一致条件的方式来计算侧抑制效应则是不合适的。在 Lavie 等人的实验中(见综述 Lavie, 2005, 2010), 多是采用不一致条件减去中性条件来计算干扰效应。而在 Gibson 和 Bryant (2008)的研究中, 作者的高知觉负载条件与本研究的高知觉负载条件类似。但是, 作者没有设置中性条件, 而是采用不一致条件的反应时减去一致条件的反应时来计算干扰效应, 从而误认为在他们设定的高负载条件下没有发生注意捕获。这可能低估了干扰效应的大小。由于在一致条件下, 奇异项中的字母包含在刺激-反应映射中, 容易捕获注意, 延迟对任务目标的搜索, 故而对任务起到一定的阻碍和干扰作用, 而非易化作用。Lavie (1995)曾经指出, 如果与目标一致的干扰项在合适的区域提供了额外的反应激活(例如, Miller, 1982), 促进了对相关目标的反应, 那么一致条件下的反应时可能比中性条件下的反应时短; 反之, 如果与目标一致的干扰项产生的激活使当前的搜索任务偏离了重心则可能受到抑制, 并造成反应时的延长。所以, Lavie (1995)以及 Biggs 和 Gibson (2010)认为, 虽然一致条件与中性条件的差异模式不够稳定, 但是不一致条件与中性条件的差异却能够稳定地反应无关干扰项是否完成了知觉加工, 并据此推测选择性注意发生的阶段(早选择或晚选择)。

相对于以往研究, 本研究的创新发现是, 在高负载条件下, 干扰效应受到目标与干扰项之间距离的调节。即使是在高负载条件下, 如果目标与无关干扰项相距较远, 局部的资源竞争较小, 仍然存在注意捕获效应。当目标与干扰项的距离为 1 或 2 时, 干扰项处在目标的抑制环(suppression ring, Bahcall & Kowler 1999; Luck et al., 1997)范围内, 这种强烈的抑制削弱了一致、中性或不一致的干扰项对目标项的影响, 从而造成不一致与中性之间的差异减小。而当目标与干扰项距离较远时, 干扰项处在目标的抑制范围之外, 同时与周围的其它非目标项相比具有较高的知觉显著性(因其颜色特异), 故而容易捕获注意并触发相应的反应, 引发干扰效应。对一致条件与中性条件的反应时差异也进行了同样的分析, 虽然没有达到显著, 但是结果显示了类似

的趋势,即两者之间的差异在目标-奇异项相距较近时较小,而在相距较远时较大。这说明,无关的干扰项在与目标相距较远时,确实容易在局部的资源竞争中胜出,并对当前的目标搜索产生影响。

近期个别文章(McCarley & Mounts, 2008)同时考察了干扰项与目标的反应冲突和干扰项与目标的空间距离对目标选择的影响。在围绕中央注视点的环状区域包含多个灰色字母,一个红色字母,以及一个绿色字母。举例来讲,被试需要识别红色字母(目标字母)并做辨别反应,而绿色字母(干扰字母)可能与当前目标一致或不一致。作者发现,干扰效应(不一致与一致条件之间的差异)随目标与干扰字母的间距增大而减小。这与当前研究的结果不一致,主要原因有两点。其一,在 McCarley 和 Mounts (2008)的刺激集中,目标(红色)和侧抑制项(绿色)在颜色上跟其它的干扰项目(灰色)均不同,减小了被试识别并判断目标的难度。被试的注意可以直接被颜色标定的目标字母吸引,不容易受到侧抑制项的影响。只有在两者相距较近时,侧抑制项才与目标字母存在竞争,从而引发干扰效应。而在当前研究中,目标字母混合在其它同色字母中,被试需要在多个可能的位置搜索目标,那么特异颜色的干扰字母则容易捕获注意并引发干扰效应。其二,McCarley 和 Mounts (2008)没有设置中性条件,而是采用不一致条件的反应时减一致条件的反应时来计算干扰效应。如前所述,包含在刺激-反应映射内的一致干扰项,很可能产生干扰效应而非易化效应。这种计算方法很可能错误地估计了干扰效应的大小。

综上,在高知觉负载条件下,当目标字母与干扰字母相距较近时,对目标的加工导致局部加工资源的紧张以及对干扰字母的抑制,干扰效应减小。那么,一个可能的问题是,在低知觉负载条件下,为何当目标与干扰字母同样相距较近时却产生了显著的干扰效应呢?采用双目标搜索范式并控制了搜索集大小,Wei 等人发现(2008),两个相近的目标对彼此的抑制受到搜索集大小或搜索集项目密度的影响。两个项目相距同样的距离,搜索集越大或搜索集密度越高,这两个项目对彼此的抑制越大。这符合资源竞争理论(Bahcall & Kowler 1999)以及模糊解决理论(ambiguity resolution theory, Luck et al., 1997)的解释。当搜索集较小时,当时可用的注意资源可以满足对整个搜索集的知觉登记以及知觉加工,无关的奇异项也不例外。完成了知

觉加工的无关奇异项则会进入反应选择,从而引发干扰效应。而当搜索集增大时,对搜索集其它相关字母的加工也会耗费一定的注意资源,导致资源紧张加剧以及对单个字母知觉登记的不确定性(ambiguity)。但是,自上而下的注意定势首先保证对目标项的资源投入,与目标相距较近的无关奇异项竞争资源的难度增加,从而不容易捕获注意和引发干扰效应。而当干扰项与目标相距较远时,干扰项是其所在区域知觉显著性最高的客体(因其颜色特异),从而获得资源、捕获注意,造成干扰效应。过去研究没有检测到高知觉负载下的注意捕获效应是因为忽略了目标与奇异项距离这个变量。当干扰效应在各个目标-奇异项距离上平均后,干扰效应在高负载条件下显著减小。

总之,通过同时控制任务知觉负载以及目标与无关奇异项之间的距离,当前研究说明,与任务无关的刺激是否捕获注意取决于当前任务总体上是否存在可用的剩余注意资源,也受到其周围临近区域的局部注意资源是否充足的影响。

参 考 文 献

- Bacon, W. F., & Egeth, H. E. (1994). Overriding stimulus-driven attentional capture. *Perception & Psychophysics*, 55, 485-496.
- Bahcall, D. O., & Kowler, E. (1999). Attentional interference at small spatial separations. *Vision Research*, 39, 71-86.
- Beck, D. M., & Kastner, S. (2005). Stimulus context modulates competition in human extrastriate cortex. *Nature Neuroscience*, 8, 1110-1116.
- Biggs, A. T., & Gibson, B. S. (2010). Competition between color salience and perceptual load during visual selection can be biased by top-down set. *Attention, Perception & Psychophysics*, 72, 53-64.
- Braun, J., & Sagi, D. (1990). Vision outside the focus of attention. *Perception & Psychophysics*, 8, 45-48.
- Broadbent, D. E. (1958). *Perception and communication*. London: Pergamon Press.
- Burnham, B. R. (2007). Displaywide visual features associated with a search display's appearance can mediate attentional capture. *Psychonomic Bulletin & Review*, 14, 392-422.
- Caputo, G., & Guerra, S. (1998). Attentional selection by distractor suppression. *Vision Research*, 38, 669-689.
- Corbetta, M., & Shulman, G. L. (2002). Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain. *Nature Review Neuroscience*, 3, 215-229.
- Desimone, R., & Duncan, J. (1995). Neural mechanisms of selective visual attention. *Annual Review of Neuroscience*, 18, 193-222.
- Deutsch, J. A., & Deutsch, D. (1963). Attention: Some theoretical considerations. *Psychological Review*, 70, 80-90.
- Duncan, J. (1980). The locus of interference in the perception of simultaneous stimuli. *Psychological Review*, 87, 272-300.
- Eltiti, S., Wallace, D., & Fox, E. (2005). Selective target processing: Perceptual load or distractor salience?

- Perception & Psychophysics*, 67, 876–885.
- Eriksen, B. A., & Eriksen, C. W. (1974). Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a non search task. *Perception & Psychophysics*, 16, 143–149.
- 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.
- Friedman-Hill, S. R., Robertson, L. C., Ungerleider, L. G., & Desimone, R. (2003). Posterior parietal cortex and the filtering of distractors. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 100, 4263–4268.
- Gibson, B. S., & Bryant, T. A. (2008). The identity intrusion effect: Attentional capture or perceptual load? *Visual Cognition*, 16, 182–199.
- Hopf, J. M., Boehler, C. N., Luck, S. J., Tsotsos, J. K., Heinze, H. J., & Schoenfeld, M. A. (2006). Direct neurophysiological evidence for spatial suppression surrounding the focus of attention in vision. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 103, 1053–1058.
- Lavie, N. (1995). Perceptual load as a necessary condition for selective attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 21, 451–468.
- Lavie, N. (2005). Distracted and confused? Selective attention under load. *Trends in Cognitive Sciences*, 9, 75–82.
- Lavie, N. (2010). Attention, distraction, and cognitive control under load. *Current Directions in Psychological Science*, 19, 143–148.
- Lavie, N., & Cox, S. (1997). On the efficiency of visual selective attention: Efficient visual search leads to inefficient distractor rejection. *Psychological Science*, 8, 395–398.
- Lavie, N. & de Fockert, J. W. (2003). Contrasting effects of sensory limits and capacity limits in visual selective attention. *Perception & Psychophysics*, 65, 202–212.
- Lavie, N., & Fox, E. (2000). The role of perceptual load in negative priming. *Journal of Experimental Psychology*, 26, 1038–1052.
- Lavie, N., & Torralbo, A. (2010). Dilution: A theoretical burden or just load? A reply to Tsal and Benoni. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 36, 1657–1664.
- Lavie, N., & Tsal, Y. (1994). Perceptual load as a major determinant of the locus of selection in visual attention. *Perception Psychophysics*, 56, 183–197.
- Leber, A. B., & Egeth, H. E. (2006). It's under control: Top-down search strategies can override attentional capture. *Psychonomic Bulletin & Review*, 13, 132–138.
- Liang, H., Chen, X. C., & Zhang, D. R. (2004). Stimulus driven attentional capture under different perceptual load. *Acta Psychologica Sinica*, 36, 31–36.
- [梁华, 陈湘川, 张达人. (2004). 不同注意负载条件下刺激驱动的注意捕获. *心理学报*, 36, 31–36.]
- Luck, S. J., Girelli, M., McDermott, M. T., & Ford, M. A. (1997). Bridging the gap between monkey neurophysiology and human perception: An ambiguity resolution theory of visual selective attention. *Cognitive Psychology*, 33, 64–78.
- Lü, J. G., Wang, L., & Zhou, X. L. (2007). Perceptual load, top-down attentional set and selective attention. *Journal of Psychological Science*, 30, 558–563.
- [吕建国, 王凌, 周晓林. (2007). 知觉负载、注意定势与选择性注意. *心理科学*, 30, 558–563.]
- McCarley, J. S., & Mounts, J. R. W. (2008). On the relationship between flanker interference and localized attentional interference. *Acta Psychologica*, 128, 102–109.
- Miller, J. (1982). Divided attention: Evidence for coactivation with redundant signals. *Cognitive Psychology*, 14, 247–279.
- Mounts, J. R. W. (2000a). Evidence for suppressive mechanisms in attentional selection: Feature singletons produce inhibitory surrounds. *Perception & Psychophysics*, 62, 969–983.
- Mounts, J. R. W. (2000b). Attentional capture by abrupt onsets and feature singletons produce inhibitory surrounds. *Perception & Psychophysics*, 62, 1485–1493.
- Mounts, J. R. W., & Gavett, B. E. (2004). The role of salience in localized attentional interference. *Vision Research*, 44, 1575–1588.
- Mounts, J. R. W., & Tomaselli, R. G. (2005). Competition for representation is mediated by relative attentional salience. *Acta Psychologica*, 18, 261–275.
- Posner, M. I., & Petersen, S. E. (1990). The attention system of the human brain. *Annual Review of Neuroscience*, 13, 25–42.
- Theeuwes, J. (1991). Cross-dimensional perceptual selectivity. *Perception & Psychophysics*, 50, 184–193.
- Theeuwes, J. (1992). Perceptual selectivity for color and form. *Perception & Psychophysics*, 51, 599–606.
- Theeuwes, J. (1994). Stimulus-driven capture and attentional set: Selective search for color and visual abrupt onsets. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 20, 799–806.
- Theeuwes, J. (2004). Top-down search strategies cannot override attentional capture. *Psychonomic Bulletin & Review*, 11, 65–70.
- Torralbo, A., & Beck, D. M. (2008). Perceptual load-induced selection as a result of local competitive interactions in visual cortex. *Psychological Science*, 19, 1045–1050.
- Treisman, A., & Gormican, S. (1988). Feature analysis in early vision: Evidence from search asymmetries. *Psychological Review*, 95, 15–48.
- Tsal, Y., & Benoni, H. (2010a). Diluting the burden of load: Perceptual load effects are simply dilution effects. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 36, 1645–1656.
- Tsal, Y., & Benoni, H. (2010b). Much dilution little load in Lavie and Torralbo's (2010) response: A reply. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 36, 1645–1656.
- Wei, P., Lü, J. G., Müller, H. J., & Zhou, X. L. (2008). Searching for two feature singletons in the visual scene: The localized attentional interference effect. *Experimental Brain Research*, 185, 175–188.
- Wei, P., & Zhou, X. L. (2005). The perceptual load theory and selective attention. *Advances in Psychological Science*, 13, 413–420.
- [魏萍, 周晓林. (2005). 从知觉负载理论来理解选择性注意. *心理科学进展*, 13, 413–420.]
- Wei, P., & Zhou, X. L. (2006). Processing multidimensional objects under different perceptual loads: The priority of bottom-up perceptual saliency. *Brain Research*, 1114, 113–124.
- Wolfe, J. M. (1994). Guided search 2. 0: A revised model of visual search. *Psychonomic Bulletin & Review*, 1, 202–238.
- Yantis, S. (1993). Stimulus-driven attentional capture. *Current Directions in Psychological Science*, 2, 156–161.
- Zhang, D. R., Zhang, P. Y., & Chen, X. C. (1998). The effect of perceptual load on interference and negative priming. *Acta Psychologica Sinica*, 30, 7–13.
- [张达人, 张鹏远, 陈湘川. (1998). 感知负载对干扰效应和负启动效应的影响. *心理学报*, 30, 7–13.]

The Interaction between Perceptual Load and the Target-Distractor Distance in Regulating Stimulus-Driven Attentional Capture

WEI Ping; KANG Guan-Lan

(Beijing Key Laboratory of Learning and Cognition and Department of Psychology, Capital Normal University, Beijing 100048, China)

Abstract

The current study investigated the interaction between the perceptual load in searching for a target and the distance between the target and a task-irrelevant singleton in regulating stimulus-driven attentional capture.

Participants were asked to search for a target letter among nontarget letters and were instructed to ignore a differently colored task-irrelevant singleton letter, which was compatible, neutral or incompatible with the response to the target letter. The perceptual load of the search display was low (with set size of 4), medium (with set size of 8) or high (with set size of 12). The target and the task-irrelevant singleton were close to or distant from each other.

Results showed that the flanker interference effect, in terms of the reaction times (RTs) in neutral condition subtracted from that in incompatible condition, was significant for the low perceptual load condition, but was reduced for the medium and the high load conditions. Moreover, for the medium and the high load conditions, the flanker effect was significantly larger when the target and the task-irrelevant singleton were distant from each other than when they were close to each other. The flanker effect thus was affected by both the perceptual load of the search display and the distance between the target and the task-irrelevant singleton.

These results indicate that whether the task-irrelevant singleton captures attention and causes interference with the current target processing is not only affected by whether there are overall spare attentional resources left from processing the current task, but is also affected by whether there are spare attentional resources at the subregion where the singleton is located.

Key words perceptual load; attentional capture; singleton; localized attentional interference; attentional resource