

跨通道情境下双任务范式与计时中断范式中的效应比较^{*}

尹华站¹ 李 丹¹ 袁祥勇² 黄希庭²

(¹重庆师范大学教育科学学院, 重庆 401331) (²西南大学心理学部, 重庆 400715)

摘 要 为了探讨跨通道情境下同一种刺激序列中双任务范式与计时中断范式中位置效应和中断效应的异同, 研究设计了实验 1 和实验 2。实验 1 以 2500 ms 和 4500 ms 为目标时距, 采用相同的刺激序列(视觉呈现时距信号, 听觉呈现干扰信号或中断信号), 要求 3 组被试分别在控制、干扰及中断条件下完成相应任务, 结果发现不管 2500 ms 或 4500 ms 时, 中断条件较干扰条件和控制条件的中断效应更明显; 同时发现在 2500 ms 时, 不管控制、干扰还是中断条件下均发现了位置效应, 而 4500 ms 时仅在中断条件下出现了位置效应, 这可能由于实验 1 的控制及干扰任务中的 4500 ms 时的“晚”位置的时间确定性较高, 以致掩盖了位置效应。为了降低“晚”位置出现的不确定性, 更好地对比两种范式中的效应, 实验 2 将目标时距设置为 1500 ms 和 2500 ms, 结果发现在 1500 ms 或 2500 ms 时, 不管控制、干扰还是中断条件下均发现了位置效应, 且中断条件较干扰条件和控制条件下中断效应更明显。上述结果意味着跨通道情境下同一种刺激序列中双任务范式与计时中断范式中位置效应是否相同局限在一定时间范畴; 计时中断范式中的中断效应对计时的削弱较双任务范式干扰效应更显著。

关键词 双任务范式; 计时中断范式; 位置效应; 中断效应; 标量期望模型

分类号 B842

1 引言

标量期望模型(Scalar Expectancy Model, 以下简称 SEM)是近 30 年来人类计时研究中颇具影响力的模型之一(Gibbon, 1977; Gibbon, Church, & Meck, 1984)。SEM 假定时间判断包括 3 个阶段: 内部时钟、记忆、决策。内部时钟由以一定频率发放脉冲的起搏器和累加脉冲的累加器所构成, 注意资源负责调控脉冲自起搏器与累加器之间阀门的宽度(或者开关闭合的频率); 记忆包括存储当前时间脉冲的工作记忆和存储相对较重要时间(标准时间)脉冲的参照记忆; 决策是指比较存储在工作记忆中的当前时间和参照记忆中的重要时间(脉冲数比较)之间的长度关系, 并进而做出判断。

人类日常生活离不开精确的计时。由于生活在

复杂客观环境中, 计时很有可能受到外界环境的干扰。双任务范式是探讨外界因素干扰时间加工的有效途径之一(e.g. Brown, 1997)。一些双任务研究发现, 随着干扰任务位置越靠后, 知觉目标时间越短(Casini & Macar, 1997; Macar, 2002)。另有研究发现, 随着干扰任务属性(数量和难度)越复杂, 知觉目标时间也越短(e.g. Block, 1992; Fortin & Rousseau, 1998)。尤为有趣的是, Fortin 和 Massé (2000)从动物计时研究领域引入了计时中断范式, 用中断取代了干扰任务, 结果同样发现随着中断位置越靠后, 知觉目标时间也越短。而另一些研究发现, 在计时中断范式中被试仅对中断前后的时间信号进行计时, 而在中断期间完全停止计时(Meck, Church, & Olton, 1984; Roberts & Church, 1978; Roberts, 1981)。

收稿日期: 2012-11-28

^{*} 教育部人文社科青年基金(12YJC190035); 第 53 批中国博士后面上项目(2013M530759); 重庆市教委科技项目(KJ120618, KJ130365); 西南大学 211 工程项目(NSKD11001)资助。

通讯作者: 黄希庭, E-mail: xthuang@swu.edu.cn

总之, 根据 SEM, 不管在双任务范式中, 还是在计时中断范式中, 中断或者干扰任务的出现位置越靠后, 均会使越多注意资源偏离脉冲累加。脉冲数量丢失越多, 知觉时间也就越短。另外, 在双任务范式中, 干扰任务的加工可能削弱计时加工; 而在计时中断范式中, 用中断取代了干扰任务, 则使该阶段的计时完全停止。总之, 关于双任务范式和计时中断范式的研究成为了近 30 年来的热点课题之一。

1.1 时距加工中双任务范式的相关研究

在人类计时研究中, 双任务范式是探讨时间加工如何受其他因素影响的一条有效途径(e.g. Brown, 1997)。一系列双任务研究发现, 干扰效应和位置效应是其中两种比较稳定的现象。

干扰效应是指时距加工会受并行干扰任务加工的影响(e.g., Brown, 1997)。譬如 Brown (1985)采用时间复制法, 要求被试在复制 16 s 和 32 s 时距过程中用铅笔完成素描作业或者镜描作业, 结果发现 32 s 的平均复制时距在难度较高的镜描作业条件下要较素描作业条件下长。Kayak (1993)采用时间复制法, 要求被试在编码 12 s 和 22 s 的过程中完成 Stroop 作业, 结果发现随着 Stroop 作业复杂性增加, 复制 12 s 和 22 s 所得主观时距长度均依次缩短。该效应在采用项目分类、记忆系列字母、解决算术问题, 视觉搜索等为非时间任务的研究中也存在 (Fortin & Breton, 1995; Fortin, Champagne, & Poiser, 2007; Cortin, Rousseau, Bourasques, & Kerouac, 1993; Macar, 2002; Macar, Girondin, & Casini, 1994)。

位置效应是指随干扰任务(并行加工任务)位置的变化, 导致知觉时间长度的变化(Casini & Macar, 1997; Macar, 2002)。Casini 和 Macar (1997)以 2.5 s 和 3.5 s 为靶时间, 操纵在视觉计时信号中明度辨别任务出现的位置, 结果发现随着明度辨别任务出现得越晚, 知觉时间越短。Macar (2002)设计了两个实验。实验 1 以视觉信号呈现时距任务(复制 2 s 和 2.8 s)和明度辨别任务(干扰任务), 而且给予明度任务一个音调线索, 结果发现仅在复制 2.8 s 时距条件下随着明度辨别任务位置(或音调线索)越靠后而越短。实验 2 为了探索这种位置效应是否在更长时距(4.8 s 和 5.8 s)以及跨通道的条件下(视觉信号呈现时距任务, 听觉信号呈现干扰任务和提示线索)出现, 结果发现仅在复制 4.8 s 时距条件下出现类似位置效应。

总之, 上述效应均可以在 SEM 框架内得以解

释: 时间估计与累加器输出存在直接关系, 干扰任务越复杂(难度越高), 或者干扰任务位置越靠后都会导致偏离时间任务的注意资源越多, 从而降低了脉冲的累加速率(Block & Kayak, 1996), 进而导致知觉时间越短。

1.2 时距加工计时中断范式的相关研究

计时中断(Break in timing) 范式在采用顶峰程序动物计时研究中被多次探讨(Meck et al., 1984; Roberts & Church, 1978; Roberts, 1981)。后来, Fortin 和 Massé (2000)将顶峰程序迁移到人类时间产生任务, 进而正式提出了人类计时中断范式。

迄今, 在采用计时中断范式的研究发现了中断效应和中断位置效应。在计时中断的早期研究中, 停止模式为中断效应提供了有效证据。该模式强调开关调节脉冲发放和累加过程。当时间信号出现时, 开始发放脉冲, 开关闭合, 脉冲进入累加器中开始累加。而在中断期间, 开关开启, 脉冲停止发放。中断结束后, 脉冲重新设置发放直至时间信号结束(见图 1)。这种开关停止模式在采用顶峰程序的“间断”实验中已被多次论述。譬如, 在其中一项研究中, 首先训练白鼠精确估计 40 s 的时距, 然后将 40 s 的时距中间加入一段 10s 的中断, 结果发现白鼠的峰时间大约向右偏移了 10 s 左右, 而将中断的时距改为 5 s, 则峰时间偏移了 5 s 左右。因此, 这似乎说明了开关在中断前后为闭合状态, 而在中断期间为开启状态(Cabeza de Vaca, Brow, & Hemmesh, 1994, 尹华站, 2007)。

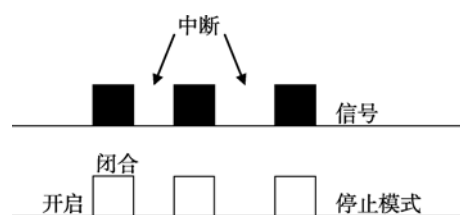


图 1 计时中断范式中的开关停止模式

自从计时中断范式提出之后, 研究者发现随着中断位置越靠后, 知觉时间越短, 这被称为中断位置效应。Tremblai 和 Fortin (2003)在一项研究中, 要求被试完成一种二选一的时间辨别任务, 结果表明中断位置越靠后, 知觉为“短时距”的反应比率越高。为了验证这种效应是基于对中断的期待而非中断本身, Fortin 和 Tremblay (2006)在上一研究的基础上添加了“无中断”条件, 并对这种条件下的一半的试验给予线索提示, 另一半试验则无线索提示,

结果表明无线索提示且无中断条件下, 知觉时距为“短时距”的反应比率最高; 而线索提示的无中断条件下, 长靶时距的知觉为“短时距”反应比率下降, 而短靶时距知觉为“短时距”反应比率未见下降。这说明了一方面效应的出现是因为对中断出现的期待, 另一方面也说明了期待效应对线索提示较为敏感。同样, 在采用时间产生范式(Fortin & Massé, 2000; Fortin, Béard, & Champagne, 2005)和时间复制范式(尹华站, 张锋和黄希庭, 2009)的研究中也发现了中断位置效应。

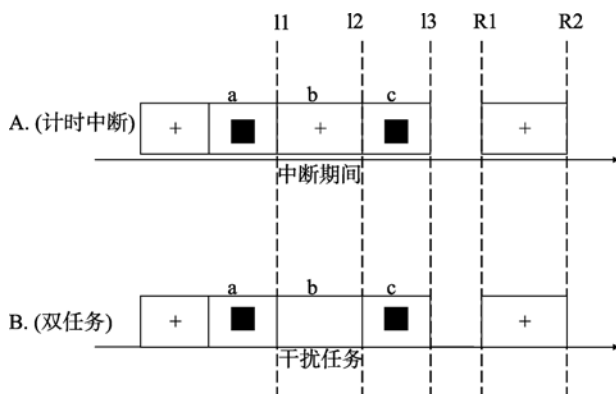


图 2 时间复制任务背景下双任务范式和计时中断范式的比较示意

注: A. 计时中断范式, 随着 I_1 的位置越靠后, $a+c$ 的复制时间越短, 且在 b 阶段是完全停止计时的。B. 双任务范式, 随着 I_1 的位置越靠后, $a+b+c$ 的复制时间越短, 且在 b 阶段的计时可能是部分消弱的, 任务越复杂, 消弱越明显。 R_1 与 R_2 之间为复制的时间。

总之, 在计时中断范式中, 中断期间完全停止计时, 且随着中断的位置越靠后, 知觉时间越短。根据 SEM, 中断的位置效应可解释为随着中断位置越靠后, 越多注意资源投入至监控中断出现的信号源, 以致开关关闭的频率加快或者阀门打开的程度变小, 进而导致丢失脉冲越多, 知觉时距越短。而在中断期间, 指示被试停止计时, 因此脉冲的发放和累加处于完全间断状态。

1.3 问题提出

双任务范式是探讨当前感觉通道信息加工如何受并行加工(同一通道或不同通道)影响的一条有效途径(e.g. Brown, 1997)。计时中断范式则是针对双任务范式的不足而提出的用来探讨其他因素对时间加工影响的一种重要范式。在双任务范式中, 并行加工除了占用了当前时间加工的注意资源导

致脉冲丢失之外, 还有其本身的加工也会导致知觉时间存在一定的偏差, 而计时中断范式则采用本身并不包含加工的中断来取代了干扰任务(并行加工), 较好地规避了并行加工本身所带来知觉时间误差。一直以来, 研究者采用两种范式分别独立地开展了研究, 却均发现了相似的位置效应(Casini & Macar, 1997; Fortin & Remblay, 2006; Tremblay & Fortin, 2003), 而且发现干扰过程和中断过程均属于间断效应, 只是程度不同而已(Fortin, & Massé, 2000; Macar, 2002)。然而, 两种范式中的位置效应和间断效应虽然基本相似(见图 2), 但是并没有在同一刺激系列中进行过比较。

众所周知, 人类与外界交换信息往往不仅依靠某一类感觉通道, 可能同时存在多种感觉通道信息的综合加工。不同感觉通道的注意资源并不是完全分离的, 可能存在超感觉通道资源。Talma, Doty, Stroud 和 Wold (2006)发现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。因此, 在跨通道情境下对比双任务范式和计时中断范式中的效应, 不但有助于探讨时间加工中注意资源的作用机制, 具有重要的理论意义, 而且可以更加生态化地模拟日常生活中人类的计时活动状况, 具备一定的实践价值。因此, 本研究拟探讨跨通道条件下同一刺激背景中两种范式中的位置效应和间断效应的异同。

2 实验 1

2.1 实验目的与假设

本实验目的是当改变 B 部分在整个刺激中出现的位置以及加工任务类型时, 比较 3 种指令条件下(控制, 干扰和中断)复制时间的变化(见图 3)。第一个假设是在中断和干扰条件下, 当 B 部分在整个刺激中出现的位置越靠后, 复制的时距越短; 而在控制条件下, 改变 B 的位置将不会产生上述的效应。第二个假设是中断条件要较干扰条件和控制条件相对低估时间。

2.2 方法

2.2.1 被试

国内某大学自愿参加实验的 75 名被试, 女 45 名, 男 30 名(平均年龄=23.1 岁, 标准差=2.94 岁)。每组 25 人, 分别参加控制、干扰及中断 3 种任务。所有被试均熟悉计算机基本操作, 事先并不知道实

验目的,也未参与过类似实验,并被告知在实验结束后得到 20 元酬劳。被试无既往精神疾病或神经功能障碍史,均为右利手。

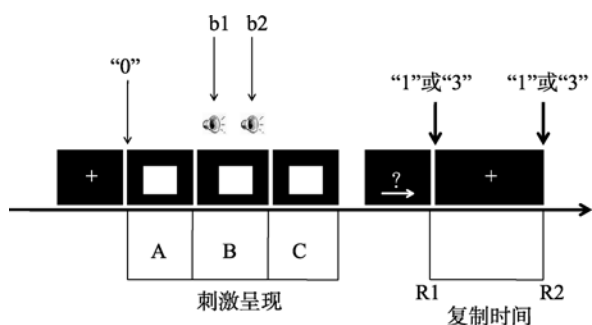


图3 实验1的刺激流程图

注:按0键,测试开始,屏幕上开始呈现刺激。刺激呈现分为A、B、C三个部分。在A部分,呈现一个白色正方形。B部分由中间有150 ms间隔的b1和b2两个子部分组成。b1和b2阶段内音调频率不断改变。音调辨别任务是在测试复制阶段,判断b2音调平均频率较b1音调平均频率高或低,高则按1键,低则按3键。时间复制任务是在干扰条件和控制条件下复制刺激的持续时间(A+B+C),或在中断条件下复制A+C的持续时间。间隔复制是按R1开始,按R2结束,复制时间为R1到R2之间的持续时间。

2.2.2 仪器与设备

计算机(Pentium IV 1.6 GHz 处理器, 512 MB 内存, 32 MB 显存; 19"显示器, 1024×768 分辨率)一台,

标准 MS 键盘。采用 E-prime 1.1 编写实验程序,并收集数据。被试坐在显示器(22 cm × 29 cm)前,距屏幕 70 cm。屏幕上呈现指令和反馈,黑色背景,白色字体。被试在一个无噪音的、周围平均亮度大约为 0.15 cd/m² 的测试房里单独完成测试。

2.2.3 刺激

音调任务所用刺激是通过扬声器(SONY CD 450)呈现的响度为 45 dB 的正弦波。如图3所示,刺激呈现由 A、B、C 三部分组成。在 A 部分,黑色背景下(平均亮度为 14.85 cd / m²)的白色正方形(平均亮度为 30.44 cd / m²)。在 B 部分,由两个连续改变频率的音调(b1 和 b2)组成(白色正方形依然呈现在屏幕中央)。b1 和 b2 音调各呈现出 3 种不同的频率(980 Hz、1000 Hz、1020 Hz 和 880 Hz、900 Hz、920 Hz, 其中 1/2 测试 b1 的音调频率较高,另 1/2 测试 b2 的音调频率较高),3 种频率以随机方式变换,每种频率呈现 90 ms,并且频率变换中间无间隔。b1 和 b2 之间有 150 ms 间隔。每一个音调可包括 6 个或 12 个 90 ms 连续不同频率的变换,这取决于 B 的总持续时间。B 总持续时间等于 b1 和 b2 加上 150 ms,为 1230 ms (2×(6×90 ms)+150 ms)或 2310 ms (2×(12×90 ms)+150 ms)。在 C 部分,白色正方形持续出现一段时间结束。A、B 和 C 三部分无间隔。

2.2.4 设计与程序

混合设计,组间变量为指令类型(控制组、干扰

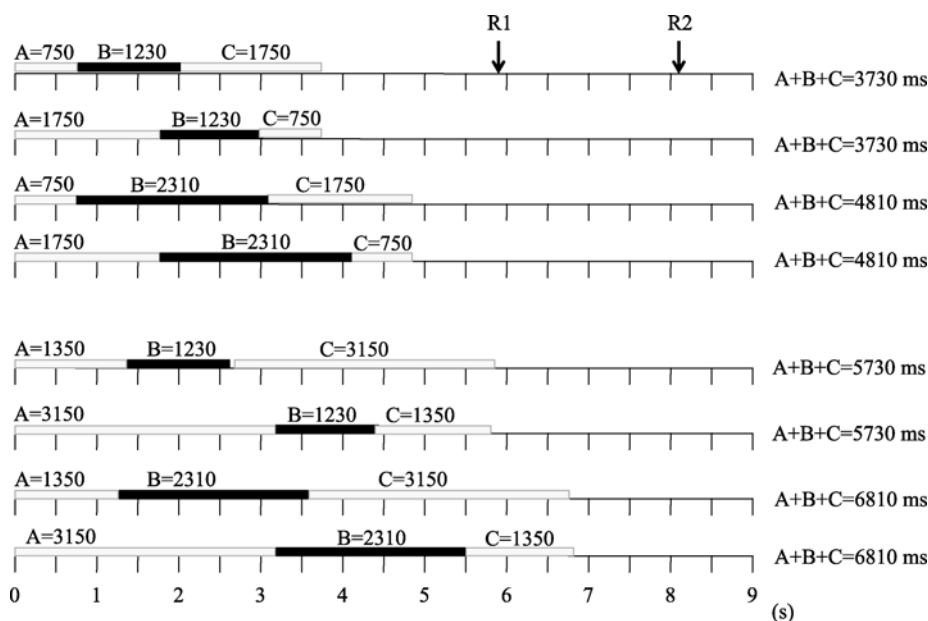


图4 实验1中8种类型的测试时距示意图

注:实验1包括8种类型的测试,以A、B、C的总长度(ms)和B位置来划分。上面4条线(图的上半部分):A+C=2500ms,下面四条线(图的下半部分):A+C=4500ms。B的位置在A+C的30%或70%处。B的长度为1230或2310ms。

组及中断组), 组内变量包括 B 的位置(30%和 70%)、B 的长度(1230 ms 和 2310 ms)及目标时距(2500 ms 及 4500 ms)。因变量指标为平均复制时间和等待时间等。实验由控制、干扰和中断 3 个组块构成。每个组块中测验刺激序列完全一样, 但指令有区别。在控制条件下, 要求被试复制刺激呈现(A+B+C)的整段时间, 而忽视 B 阶段的音调变化。在干扰条件下, 要求复制刺激呈现(A+B+C)的整段时间, 同时通过按键比较 b1 和 b2 两个音调的音高。在中断条件下, 要求复制 A 和 C 阶段持续时间的总和, 停止 B 阶段的计时。

正式实验之前, 练习阶段包括 12 次音高辨别测试, 给予反馈。刺激流程: 屏幕中心首先出现一个+, 被试准备好后, 按“0”键, 之后屏幕上呈现一个白色正方形(A)持续 750 ms 之后, 呈现两个相间 150 ms 的音调(B), 整个音调持续时间是 1230 或 2310 ms。音调消失, 白色正方形(C)再持续 750 ms 消失。之后屏幕出现“反应”一词, 以提示被试对两个音调的音高做出判断。如果后者高于前者, 按“1”键; 反之, 按“3”键(Coull, Vidal, Canarian, & Macar, 2004)。按键顺序在被试间平衡。按键之后, 立即呈现反馈信号(正确或错误), 并保持 1.5s。之后+再次出现, 下一次测试开始。

正式实验中, 刺激流程与练习阶段基本相同, 除了 A 和 C 的持续时间随着测试变化而改变之外。白色正方形单独呈现的总持续时间(A+C 持续时间)是 2500 或 4500 ms, 该总持续时间是中断条件下复制的目标时距。两个音调持续 1230 或 2310 ms (B)。B 的位置是 2500 ms 的 30% (750 ms)或 70% (1750 ms)和 4500 ms 的 30% (1350 ms)或 70%处(3150 ms)。当 A+C 是 2500 ms, B 持续时间是 1230 或 2310 ms, 那么总刺激持续时间(A+B+C)是 3730 或 4810 ms (图 4 上面 4 条线)。当 A+C 是 4500 ms, 那么总刺激持续时间(A+B+C)是 5730 或 6810 ms (图 4 下面 4 条线)。

当 C 部分呈现完毕, 屏幕中央立即出现“?”, 如图 3 所示。箭头指向左端按 1 键, 指向右端按 3 键, 据此对控制和中断条件下的目标时距进行复制。每次测试箭头方向不同, 但箭头方向在每个组块中的概率均等。目的是使被试在控制和中断条件下所作反应与干扰条件下所作反应保持匹配。因为在干扰条件下, 使用 1 或 3 键是对音高任务做出反应。在干扰条件下, 箭头被一个大小相同的矩形代替, 使用 1 或 3 键来表示第二个音高较第一个音高

更高或更低。对于 1/2 被试, 1 或 3 键表示更高或更低, 另 1/2 被试则相反。当被试一开始复制时距, “复制”一词和箭头或矩形消失。所有任务不提供反馈, 要求被试同等地注意音调和计时任务。两个反应时间指标:(1)平均复制时间, 指在 R1 与 R2 之间复制的时距(图 3) (2)等待时间, 即刺激呈现结束(C 的结束)与 R1 之间的时间。“平均相对误差百分数”是指平均复制时间与客观目标时间差异的百分数。计算公式是: $((\text{平均复制时间}-\text{客观目标时间})/\text{客观目标时间}) \times 100$ 。负值表示平均复制时间短于客观目标时间, 反映对目标客观时间的低估, 而正值表示平均复制时间长于客观目标时间, 反映对目标客观时间的高估。记录等待时间是为了判断音调比较加工是否在音调刺激呈现完毕之后持续。另外还记录了干扰条件下音调比较任务的错误率, 为任务难度提供测量指标。

2.3 结果

2.3.1 平均相对误差百分数

剔除了数据的极端值(正负 3 个标准差以外)之后, 将剩下的数据纳入分析。首先对 3 种指令条件下, 每个被试在不同 B 位置, 不同 B 持续时间, 不同 A+C 持续时间条件下的平均复制时间进行平均相对误差百分数的转换。然后对平均相对误差百分数做指令类型(控制, 干扰, 中断), B 位置(A+C 持续时间的 30%, 70%), B 持续时间(1230, 2310 ms)和 A+C 持续时间(2500, 4500 ms)方差分析。结果发现, 指令类型主效应显著, $F(2,48) = 157.85, p < 0.001$, 进一步多重比较显示, 干扰条件下较控制条件下显著低估($p < 0.001$), 而中断条件下又较干扰条件下显著低估($p < 0.001$)。A+C 持续时间主效应显著, $F(1,24) = 95.08, p < 0.001$, 4.5s 较 2.5s 条件下的复制时间相对误差百分数更大, 即表现出较目标时距(A+B+C)更为低估。B 持续时间的主效应显著, $F(1,24) = 108.84, p < 0.001$, 持续时间越长, 复制时间越短。B 位置的主效应显著, $F(1,24) = 64.21, p < 0.001$, 当 B 出现位置越靠后, 复制时间越短。

实验 1 共发现 4 类交互作用。最高级是指令类型、A+C 持续时间及 B 位置的交互作用显著(假定显著性水平取值 0.017: 0.05/3), $F(2,48) = 4.67, p = 0.012$, 可以用 3 种指令条件下 A+C 持续时间及 B 位置的交互作用进一步分析可知: 控制任务中, A+C 持续时间为 2.5s 时, 随着 B 位置越靠后, 复制时间越短, $F(1,24) = 29.31, p < 0.001$, 而在 A+C 持续时间为 4.5s 时无此种趋势, $F(1,24) = 0.09, p = 0.767$;

干扰任务中, A+C 持续时间为 2.5s 时, 随着 B 位置越靠后, 复制时间越短, $F(1,24) = 33.54, p < 0.001$, 而在 A+C 持续时间为 4.5s 时, 无此种趋势, $F(1,24) = 0.28, p = 0.600$; 中断任务中, 不管 A+C 持续时间为 2.5 s 或 4.5 s 时, 均表现出随着 B 位置越靠后, 复制时间越短, $F(1,24) = 14.73, p = 0.001$ 、 $F(1,24) = 12.41, p = 0.002$ 。

指令类型与 A+C 持续时间交互作用显著, $F(2,48) = 10.78, p = 0.001$, 进一步简单效应分析可知: 控制和干扰条件下出现 A+C 持续时间越长, 复制时间越短, $F(1,24) = 64.47, p < 0.001$ 、 $F(1,24) = 45.83, p < 0.001$, 但是中断条件下趋势不明显, $F(1,24) = 4.63, p = 0.042$;

指令类型与 B 持续时间交互作用显著, $F(2,48) = 11.06, p < 0.001$, 进一步简单效应分析可知: 控制和干扰条件下出现 B 持续时间越长, 复制时间越低估, $F(1,24) = 11.62, p < 0.001$ 、 $F(1,24) = 29.06, p < 0.001$, 但是趋势没有中断条件下明显, $F(1,24) = 79.04, p < 0.001$;

A+C 持续时间及 B 位置的交互作用显著, $F(1,24) = 9.14, p = 0.003$, 进一步简单效应分析可知: 2.5s 条件下, 随着 B 位置越靠后, 复制时间越短, $F(1,24) = 84.25, p < 0.001$; 4.5s 条件下, 随着 B 位置越靠后, 复制时间也表现出越短, $F(1,24) = 8.78, p = 0.004$; 其余交互作用均不显著。

2.3.2 等待时间

剔除了数据的极端值(正负 3 个标准差以外)之

后, 将剩下的数据纳入分析。然后对平均等待时间做指令类型(控制, 干扰, 中断), B 位置(A+C 持续时间的 30%, 70%), B 持续时间(1230 ms, 2310 ms)和 A+C 持续时间(2500 ms, 4500 ms)为自变量的方差分析。结果发现, 指令类型主效应显著($p < 0.001$), 干扰条件下的等待时间较中断条件下更长($p < 0.001$), 而中断与控制条件下的等待时间无显著差异($p > 0.05$)。指令类型与 A+C 持续时间存在交互作用, $F(2,48) = 415.09, p < 0.001$, A+C 持续时间效应在干扰条件下是显著的, $F(1, 24) = 1743.90, p < 0.001$, 而在中断条件和控制条件下, $F(1,24) = 93.66, p < 0.001$ 、 $F(1,24) = 45.79, p < 0.001$ 虽然显著, 但是两种条件的 A+C 持续时间效应要小于干扰条件下。指令类型与 B 位置存在交互作用, $F(2,48) = 2288.03, p < 0.001$, 进一步简单效应分析表明 B 位置效应在干扰条件是显著的, $F(1,24) = 5751.59, p < 0.001$, 但是在中断条件下和控制条件下, $F(1, 24) = 0.632, p = 0.435, F(1, 24) = 0.04, p = 0.849$ 均不显著。总之, 干扰条件下的等待时间与其他两种条件显著不同。在干扰条件下, 当 C 持续时间较短, 等待时间趋向较长, 而 A+C 持续时间和 B 位置直接决定了 C 的持续时间。图 6 为等待时间与 C 阶段总体关系的描述示意图: 在 3 种指令条件下, 等待时间随着 C 持续时间的增加而缩短。然而, 在干扰条件下的降幅明显比其他两种条件要大, 最短的持续时间比最长的持续时间 C, 等待时间的差值是 650 ms 左右。

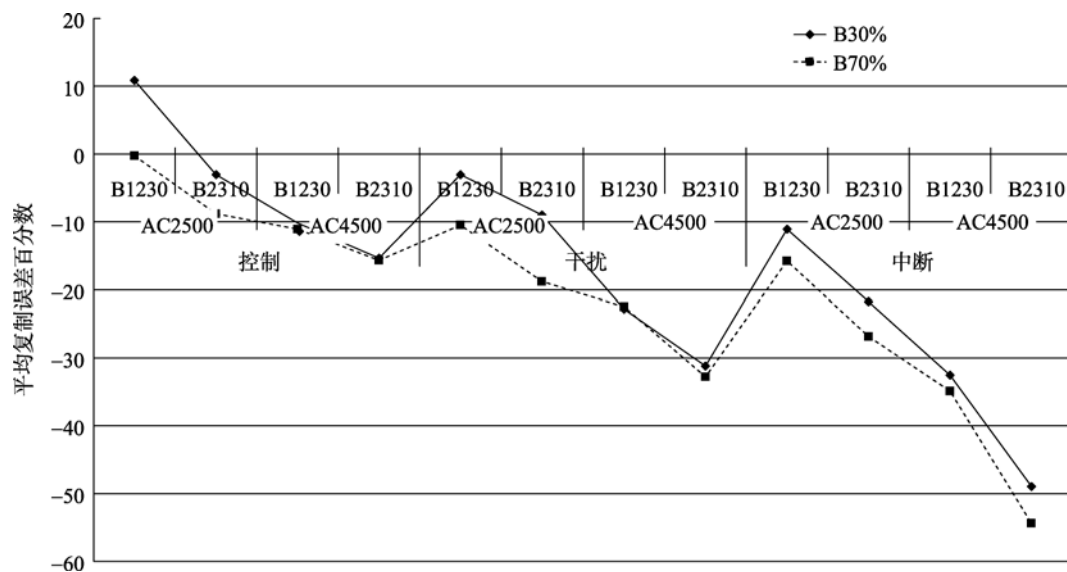


图 5 不同实验处理条件下平均相对误差百分数示意图

注: 三种指令条件下, A+C 持续时间 (a: 2.5s 和 4.5s)、B 持续时间 (b: 1230ms 和 2310ms) 及 B 位置 (c: 30% 和 70%) 相结合的每一种处理对应的平均相对误差百分数。

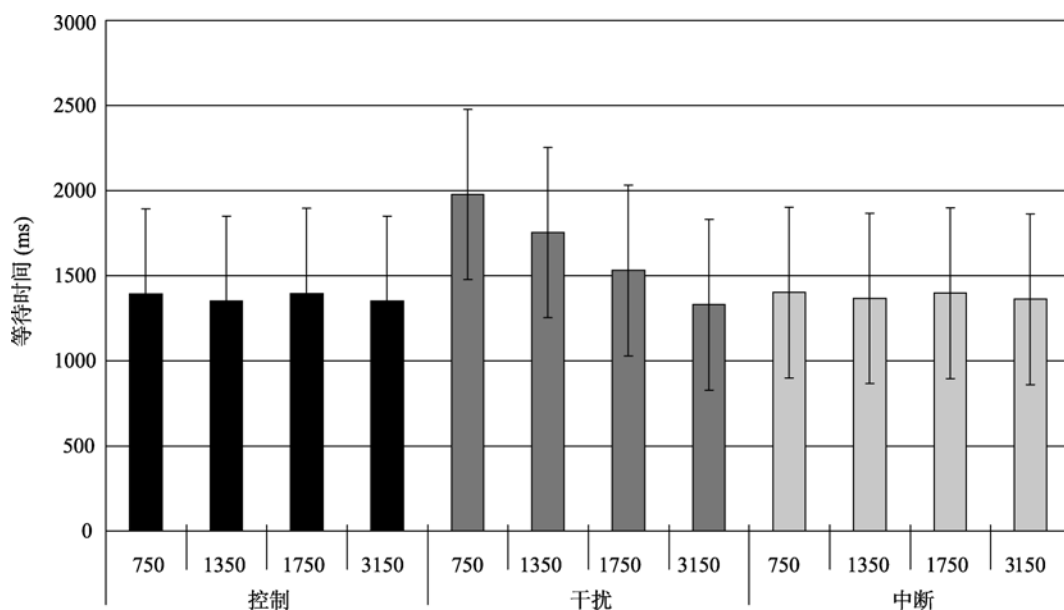


图 6 不同实验处理条件下平均等待时间示意图

注：三种指令条件下，A+C 持续时间（a：2.5s 和 4.5s）及 B 位置（c：30% 和 70%）相结合的每一种处理对应的平均等待时间。

2.3.3 干扰条件下音调辨别任务的平均百分错误率

对于干扰条件下的音调辨别任务的百分错误率进行 A+C、B 位置及 B 持续时间的重复测量方差分析，结果发现，A+C 持续时间主效应显著， $F(1,24)=317.916, p<0.001$ ，2.5s 条件下较 4.5s 条件下的错误率要高（45.89% 与 37.87%）。B 位置与 B 持续时间交互作用显著， $F(1,24)=147.67, p<0.001$ ，进一步简单效应发现，不管 B 持续时间为 1230 ms 或 2310 ms 时，随着 B 位置越靠后，错误率显著增加， $F(1,24)=95.47, p<0.001$ 、 $F(1,24)=59.23, p<0.001$ 。其余效应均不显著。

2.4 讨论

实验 1 首要目的是比较在控制、干扰和中断条件下的 B 位置效应。结果发现在控制和干扰任务中 2.5 s (A+C) 条件下的 B 位置效应显著，4.5 s (A+C) 条件下 B 位置效应不显著，而在中断任务中 2.5 s 和 4.5 s 条件下均有显著 B 位置效应。这是否说明在跨通道情境下双任务范式和计时中断范式中的 B 位置效应存在显著差异呢？考虑到实验 1 中在控制和干扰任务指令条件下总的复制时距范畴（2.5 s：2500+1230=3730 ms，2500+2310=4810 ms；4.5s：4500+1230=5730 ms，2500+2310=6810 ms）涉及范围约 3730 ~ 6810 ms，而两项研究（Casini & Ma car, 1997; Ma car, 2002）也发现 4.8 s 和 2.8 s，2.5 s 与 3.5 s 等目标时间的复制过程均出现位置效应，但 2 s 和

5.8 s 没有出现稳定可靠的位置效应，因此推断短于 2 s 或者长于 5 s 的目标时间范围可能会导致“晚”位置的时间确定性太低或者太高，以致掩盖了控制和干扰任务条件下的位置效应，对于 4.5 s 条件下的总复制时间范围（5730 ms 和 6810 ms）恰好介入这个范围。为此，对实验 1 中每个被试在每种条件下的（误差百分数的标准差/平均误差百分数，反映变异性的指标）进行了差异检验，结果发现干扰任务情境下复制 4.5 s 时，“晚位置”较“早位置”的变异性显著更小， $F(1,24)=45.72, p<0.001$ ，且在“晚位置（70%）”条件下，复制 4.5s 较复制 2.5s 的变异性显著更小， $F(1,24)=52.45, p<0.001$ 。基于此，实验 2 为了降低“晚”位置的时间确定性，缩短 A+C 的持续时间（1500 ms 和 2500 ms），以便更好地比较在跨通道情境下双任务范式和计时中断范式中的效应。实验 1 的另一个目的是比较两种范式中的间断效应，即干扰和中断对计时的影响，结果发现指令类型与 B 持续时间交互作用显著，干扰任务比中断任务中的 B 持续时间的效应要弱，即干扰过程对于计时加工的影响要较中断过程弱，即干扰效应可能是一种部分间断效应，对计时有着消弱的作用。

3 实验 2

3.1 实验目的与假设

实验 2 缩短 A+C 的持续时间（1500 ms 和 2500

ms), 也即缩短 A+B+C 的持续时间(2730~3810 ms 和 3730~4810 ms)。预期在 3 种任务中, 不管在 1.5 s 还是 2.5 s 条件下, 均会出现 B 位置效应, 且中断条件下复制时间均较控制和干扰任务中低估。

3.2 方法

3.2.1 被试

国内某大学自愿参加实验的 60 名被试, 女 30 名, 男 30 名(平均年龄=22.5 岁, 标准差=2.53 岁)。所有被试均熟悉计算机基本操作, 事先并不知道实验目的, 也未参与过类似实验, 并被告知在实验结束后得到 20 元酬劳。被试无既往精神疾病或神经功能障碍史, 无色觉障碍, 均为右利手。

3.2.2 仪器与设备

同实验 1。

3.2.3 刺激

同实验 1。

3.2.4 设计与程序

除了自变量 A+C 持续时间改为 1500 ms 和 2500 ms, 其余均与实验 1 相同。

3.3 结果

3.3.1 平均相对误差百分数

剔除了数据的极端值(正负 3 个标准差以外)之后, 将剩下的数据纳入分析。首先对 3 种指令条件下, 每个被试在不同 B 位置, 不同 B 持续时间, 不同 A+C 持续时间条件下的平均复制时间进行平均相对误差百分数的转换。然后对平均相对误差百分

数做指令类型(控制, 干扰, 中断), B 位置(A+C 持续时间的 30%, 70%), B 持续时间(1230 ms, 2310 ms)和 A+C 持续时间(1500 ms, 2500 ms)方差分析。结果发现, 指令类型主效应, $F(2, 38)=31.58, p<0.001$, 进一步多重比较显示, 干扰条件下较控制条件下显著低估($p<0.001$), 且中断条件下较干扰条件下显著低估($p<0.001$)。A+C 持续时间主效应显著, $F(1, 19)=41.27, p<0.001$, 2.5s 较 1.5s 条件下复制时间相对误差百分数更偏负, 即表现出较目标时距(A+B+C)更为低估。B 持续时间的主效应显著, $F(1, 19)=81.32, p<0.001$, 持续时间越长, 复制时间越短。B 位置的主效应显著, $F(1, 19)=96.22, p<0.001$, 当 B 出现位置越靠后, 复制时间越短。

指令类型与 A+C 持续时间的交互作用显著, $F(1, 19)=20.70, p<0.001$, 进一步简单效应分析可知: 控制任务和干扰任务条件下, 随着 A+C 持续时间增加, 复制时间显著缩短, $F(1, 19)=382.30, p<0.001$ 、 $F(1, 19)=82.07, p<0.001$, 而中断任务条件下不显著, $F(1, 19)=0.01, p=0.909$ 。

指令类型与 B 持续时间的交互作用显著, $F(1, 19)=6.39, p=0.003$, 进一步简单效应分析可知: 虽然控制任务中、干扰任务中出现 B 持续时间越长, 复制时间越短, $F(1, 19)=6.57, p=0.019$ 、 $F(1, 19)=17.32, p=0.001$, 但是趋势没有中断条件下明显, $F(1, 19)=71.30, p<0.001$ 。其余交互作用均不显著。

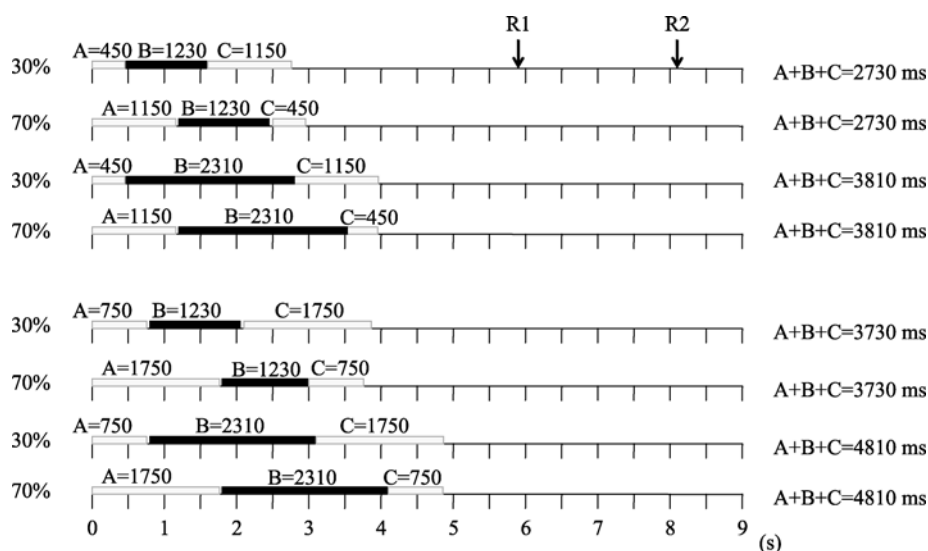


图 7 实验 2 中 8 种类型的测试时距示意图

注: 实验 2 包括 8 种类型的测试, 以 A, B, C 的总长度(ms)和 B 位置来划分。上面 4 条线(图的上半部分): A+C=1500 ms, 下面四条线(图的下半部分): A+C=2500 ms。B 的位置在 A+C 的 30%或 70%处。B 的长度为 1230 或 2310 ms。

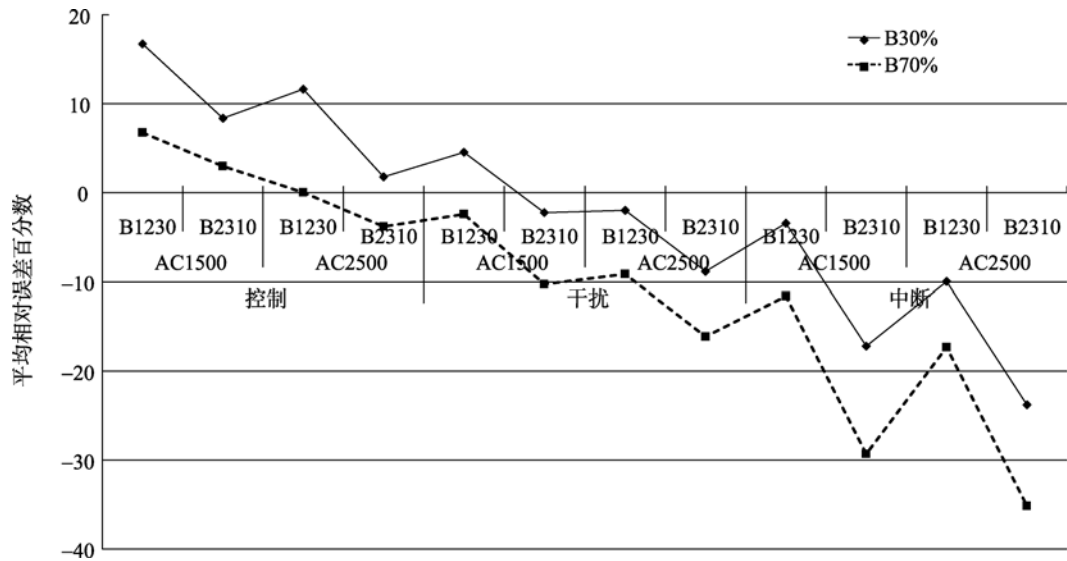


图 8 不同实验处理条件下平均相对误差百分数示意图

注：三种指令条件下，A+C 持续时间（a: 1.5 s 和 2.5 s）、B 持续时间（b: 1230 ms 和 2310 ms）及 B 位置（c: 30% 和 70%）相结合的每一种处理对应的平均相对误差百分数。

3.3.2 等待时间

剔除了数据的极端值(正负 3 个标准差以外)之后, 将剩下的数据纳入分析, 然后对平均等待时间做指令类型(控制, 干扰, 中断), B 位置(A+C 持续时间的 30%, 70%), B 持续时间(1230 ms, 2310 ms)和 A+C 持续时间(1500 ms, 2500 ms)为自变量的方差分析。结果发现, 指令类型主效应显著($p < 0.001$), 干扰条件下的等待时间比在中断条件下更长($p < 0.05$), 并在控制条件下也趋于更长($p = 0.055$), 但在中断和控制条件下的等待时间无显著性差异($p > 0.05$)。

指令类型与 A+C 持续时间存在交互作用, $F(2, 38) = 488.24, p < 0.001$, 进一步简单效应分析表明 A+C 持续时间效应在干扰条件下是显著的, $F(1, 19) = 591.96, p < 0.001$, 但在中断条件和控制条件下不显著, $F(1, 19) = 2.25, p = 0.150$ 、 $F(1, 19) = 0.106, p = 0.75$ 。指令类型与 B 位置存在交互作用, $F(2, 38) = 680.91, p < 0.001$, 进一步简单效应分析表明 B 位置效应在干扰条件是显著的, $F(1, 19) = 1934.34, p < 0.001$, 但是在中断条件下和控制条件下不显著, $F(1, 19) = 0.30, p = 0.588$ 、 $F(1, 19) = 0.20, p = 0.657$ 。

总之, 干扰条件下的等待时间与其他两种条件显著不同。在干扰条件下, 当 C 部分持续时间较短, 等待时间一般较长, 而 A+C 持续时间和 B 位置直接决定了 C 的持续时间。图 9 为等待时间与 C 时

段总体关系的描述示意图: 在 3 种指令条件下, 等待时间随着 C 持续时间的增加而缩短。然而, 在干扰条件下的降幅明显比其他两种条件要大, 最短的持续时间比起最长的持续时间 C, 等待时间的差值是 700 余 ms, 这种趋势与实验 1 是基本一致的。

3.3.3 干扰条件下的音调辨别任务的平均百分错误率

对于干扰条件下的音调辨别任务的百分错误率进行 A+C、B 位置及 B 持续时间的重复测量方差分析, 结果发现, A+C 持续时间主效应显著, $F(1, 19) = 767.91, p < 0.001$, 1.5 s 条件下较 2.5 s 条件下的错误率要高(53.16%与 45.41%)。B 位置与 B 持续时间交互作用显著, $F(1, 19) = 98.28, p < 0.001$, 进一步简单效应发现, B 持续时间为 1230 ms 或是 2310 ms 时, B 位置效应显著, $F(1, 19) = 60.87, p < 0.001$ 、 $F(1, 19) = 52.75, p < 0.001$ 。其余效应均不显著。

3.4 讨论

实验 2 通过缩短 A+C 的持续时间(1500 ms 和 2500 ms), 降低了“晚”位置(70%)的时间不确定性, 以便更全面地比较在跨通道情境下双任务范式和计时中断范式中的效应。结果发现在 1.5 s (A+C) 和 2.5 s (A+C) 时, 不管控制、干扰及中断条件下均出现了 B 的位置效应。同时, 还对实验 2 中每个被试在每种条件下的(误差百分数的标准差/平均百分误差, 反映变异性的指标)进行了差异检验, 结果发现干扰任务情境下复制 1.5 s 时, “晚位置”较“早

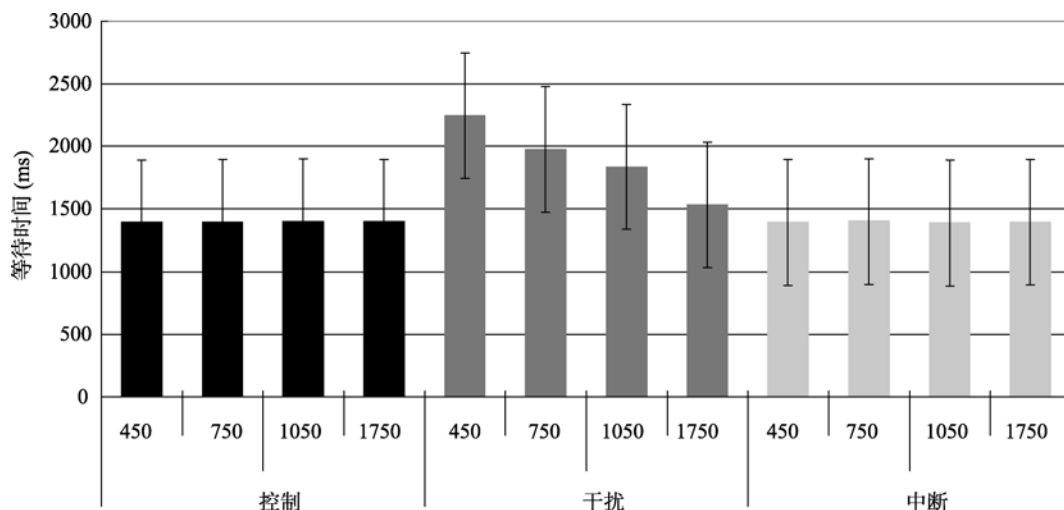


图9 不同实验处理条件下平均等待时间示意图

注: 三种指令条件下, A+C 持续时间 (a: 1.5 s 和 2.5 s) 及 B 位置 (c: 30% 和 70%) 相结合的每一种处理对应的平均等待时间。

位置”的变异性显著更小, $F(1, 19) = 35.54, p < 0.001$, 且在“晚位置”条件下, 复制 2.5 s 较复制 1.5 s 的变异性显著小, $F(1, 19) = 41.75, p < 0.001$ 。基于到实验 2 中在控制和干扰任务指令条件下总的复制时距范畴(1.5 s: $1500 + 1230 = 2730$ ms, $1500 + 2310 = 3810$ ms; 2.5 s: $2500 + 1230 = 3730$ ms, $2500 + 2310 = 4810$ ms)涉及约 2730~4810 ms。这与两项研究(Casini & Macar, 1997; Macar, 2002)发现的 4.8 s 和 2.8 s, 2.5 s 与 3.5 s 等时间复制过程均出现位置效应, 但在 2 s 和 5.8 s 没有出现稳定位置效应的结果是一致的。随着 B 位置越靠后, 知觉时间越短, 这种现象可以用注意共享来解释(Kayak, 1993)。实验 2 和实验 1 另一个共同目的是比较两种范式中的中断效应, 即干扰和中断对计时的影响, 结果同样发现干扰过程对于计时加工的影响要较中断过程弱, 即干扰效应可能是一种部分中断效应, 对计时有着消弱作用。

4 总讨论

4.1 两种范式中的位置效应比较

实验 1 和 2 的第一个目的是比较中断与干扰指令下 B 位置效应是否一致。实验 1 发现在控制和干扰任务中 2.5 s (A+C) 条件下的 B 位置效应显著, 4.5 s (A+C) 条件下 B 位置效应不显著, 而在中断任务条件下 2.5 s 和 4.5 s 条件下均有 B 位置效应。实验 2 通过缩短 A+C 的持续时间(1.5 s 和 2.5 s), 降低了“晚”位置(70%)的时间不确定性, 结果发现, 在 1.5 s (A+C) 和 2.5 s (A+C) 时, 不管控制、干扰及中断条

件下均出现了 B 的位置效应。从实验 1 和 2 的结果可以看出, 控制和干扰条件下 B 位置效应局限在一定的时间范围内(1500~2500 ms), 而中断条件下 B 位置效应在出现所有目标时距范畴(1500~4500 ms)。这可能有两个原因: 首先, 在干扰任务的情境中, 被试除了完成计时任务之外, 尚需要完成其他任务(譬如音调辨别), 这种次要任务的加工在一定程度上会影响位置效应的稳定性, 特别是当目标时距较长的情况。而中断任务条件下, 除了在间断过程停止计时之外, 没有其他任务需要完成, 相对而言计时过程比较纯净。其次, 在干扰任务中, 4.5 s (A+C) 条件对应的所需要复制的目标时距为 $4500 + 1230 = 5730$ ms 或 $4500 + 2310 = 6810$ ms; 而中断任务中, 4.5 s (A+C) 条件对应的所需要复制的目标时距就是 4500 ms。对于“晚”位置(70%)而言, 在干扰任务中出现的可能位置确定性更高, 这与实验 1 中发现干扰任务情境下复制 4.5 s 时, “晚位置”较“早位置”的变异性显著更小, 且在“晚位置”条件下, 复制 4.5 s 较复制 2.5 s 的变异性显著更小的结果是吻合的。当然, 这也得到 Casini 和 Macar (1997) 以及 Macar (2002) 研究的支持。Casini 和 Macar (1997) 以 2.5 s 和 3.5 s 为靶时间, 操纵在视觉计时信号中明度辨别任务出现的位置, 结果发现随着明度辨别任务出现得越晚, 知觉时间越短。Macar (2002) 设计了两个研究。研究 1 以视觉信号呈现时距任务(主要任务, 复制 2 s 和 2.8 s)和明度辨别任务(干扰任务), 而且给予明度任务一个音调

线索,结果发现在复制 2.8 s 时距条件下随着明度辨别任务(或音调线索)越靠后而越短。研究 2 为了探索这种位置效应是否在更长时距(4.8 s 和 5.8 s)以及跨通道的条件下(视觉信号呈现时距任务,听觉信号呈现干扰任务和提示线索)出现,结果发现在复制 4.8 s 时距条件下出现类似位置效应。由此可见,Casini 和 Macar (1997)以及 Macar (2002)的研究发现 4.8 s 和 2.8 s, 2.5 s 与 3.5 s 等时间复制过程均出现位置效应,但在 2 s 和 5.8 s 没有出现稳定可靠的位置效应,这可能是由于超出 2~5 s 以外的时间范围可能会导致“晚”位置的时间确定性较低(短于该时间范围条件)或者较高长于该时间范围条件下),确定性较低可能会导致被试对中断信号的期待相对较强,以致需要更多注意资源来监控中断信号出现,而确定性较高可能会导致被试对中断信号的期待相对较弱,以致只需要较少注意资源来监控中断信号出现,因此掩盖了由于注意资源偏向中断信号(偏离计时信号)所导致的位置效应,譬如实验 1 中干扰任务情境中 4.5 s 条件下的总复制时间范围(5730 ms 和 6810 ms)恰好介入这个范围。

当然,随着 B 位置越靠后,知觉时间越短,这种现象可以用注意共享来解释(Block & Kayak, 1996; Gibbon et al., 1984)。根据 SEM 假定,内部时钟由以一定频率发放脉冲的起搏器和累加器所构成,注意资源负责调控脉冲自起搏器与累加器之间阀门的宽度(或者开关闭合的频率),注意偏离时间加工,会导致脉冲丢失,偏离时间越长,丢失越多。因此,在双任务范式或者计时中断范式中,注意转移到监控干扰(中断)信号源将会诱发脉冲累加中断,导致更短的时间估计(Kayak, 1993)。当干扰(中断)信号出现越晚,监控时间越长,导致越短的时间估计。然而值得关注的是,在控制条件下也发现了 B 位置效应,这表明音调的呈现吸引了被试的自动化注意,进而可能导致相似位置效应。事实上,在选择性注意实验研究中,被试可能会不管实验任务的需求,而将注意投入至被要求忽略的刺激(Salt & Mayakovsky, 2006)。

当然,在干扰与控制条件下,尽管对于即将出现的音调预期均引起了相似的位置效应,但音调加工本身是不同的:在干扰条件下,当 B 出现位置越靠后,等待时间越长;但在控制条件下,等待时间没有表现随 B 位置靠后而延长,这表明干扰条件下的音调加工是为了更好地对后面的比较任务进行反应,因此当 C 阶段持续时间较短时,这就导致了

较长的等待时间。而在控制条件下,对音调变化的知觉似乎仅是从计时中分离注意资源,并没有在 C 阶段继续延伸加工,这与 Macar (2002)研究所报告的效应是基本一致的。

4.2 两种范式中的中断效应比较:干扰 VS 中断

实验 1 和 2 的第二个目的比较在跨通道同一实验情境下双任务范式与计时中断范式中的中断效应。根据以往研究预期,在计时中断范式中,中断是一种完全中断效应(Caber et al., 1994);而在双任务范式中,干扰是一种部分中断效应(Fortin & Breton, 1995; Fortin et al., 2007)。低估时间的一个重要来源是发生在 B 阶段。在实验 1 和 2 中, B 阶段既是计时中断范式中的中断阶段,也是双任务范式中的干扰阶段(音调呈现阶段)。

实验 1 和实验 2 均发现在干扰条件下,随 B 持续时间延长,复制时间显著缩短,这可能是因为干扰条件下音调加工在 B 阶段共享了编码时间的注意资源造成,共享时间越长,分配掉的注意资源越多,丢失脉冲越多,以致复制时间越短(Gibbon, 1977; Gibbon et al., 1984)。同时还发现在计时中断范式中的 B 阶段的时间加工受损较在双任务范式中干扰条件下更明显,这可能说明了干扰是一种部分中断效应,对计时消弱的程度不如中断过程(Meck et al., 1984; Roberts & Church, 1978; Roberts, 1981)。尤其值得关注的是,控制条件下也表现出随 B 持续时间延长,复制时间显著缩短,这可能是 B 阶段的音调自动吸引了注意资源导致时间估计不足。而且实验 1 和 2 的等待时间的结果也表明,控制条件下音调加工程度明显浅于干扰条件。

“干扰效应”是人类时间心理双任务研究中最稳定的发现之一(Brown, 1997, 2008)。Brown (2008)强调计时与执行功能密切相关。神经解剖学证据也表明,需求注意资源的计时任务与前额叶激活有关(Lewis & Maill, 2003; Macar, 2002),而前额叶也具备执行功能(Poser & Petersen, 1990)。因此,在本研究的双任务范式中,执行功能就是一个由持续不断的目标监控,决策,任务加工的切换以及重要认知资源分配,旨在将有限资源投入至计时任务的过程。然而,实验 1 和 2 也同时发现,除了执行功能所引起的计时损失之外,刺激呈现(音调辨别)变化也影响到时间加工过程,这从被试完成控制任务的结果中得到佐证。在时间加工任务中,干扰被假设为部分地消弱计时。迄今为止,尚无证据表明干扰因素是影响间断期间的频率还是长度,但是间断取

决于并行加工任务的难度是可以确定的(e.g. Block, 1992; Fortin & Rousseau, 1998)。尽管本研究中音调任务难度较高,以至于在某些条件下目标时距结束之后仍需要音调加工,但是在干扰条件下,计时并没有完全中断。因此,至少在长于 1 s 的目标时距加工中,干扰效应不太可能是计时的完全中断。当然,较短目标时距(1 s 以下)的加工可能例外。然而,在很短时距的加工中,由于时距呈现与计时开始之间的延迟,可能引发一些特定的问题,换言之,在时间估计累加器模型中的开关潜伏期,可视为一个混淆变量。开关的潜伏期就类似实验条件的一个函数而发生变化(Meck, 1984)。

实验 1 和 2 的结果论证了导致计时间断的可能方式。间断似乎发生在刺激呈现序列的 3 个阶段:音调任务之前、期间及之后。总之,部分计时间断会贯穿整个刺激呈现序列的计时过程中。在某一定的目标时间范畴内(譬如实验 2 中的 2730~4810 ms),当刺激序列条件相同时,改变干扰任务的位置或者自愿中断计时的位置,具备相似的效果。如果一个难度较高的非时间任务与计时任务同时执行,时间加工也是有可能发生的。间断可能由期待或并行加工引起的,不管这种加工是有意识还是无意识的,都应归结于注意转移,可以由 SEM 解释。另外值得注意的是,本研究以听觉信号为干扰刺激,视觉信号为计时刺激来对比跨通道的两种范式中的效应,而听觉信号和视觉信号本身的时间信息加工精度上存在一定差异(Buffa, 1971; Burr, Banks, & Morrone, 2009),因此,以视觉信号为干扰刺激,而听觉信号为计时刺激来比较跨通道中两种范式的效应也许是将来急需研究的一个课题。

5 总的结论

本研究设计了两个研究直接比较了跨通道情境下同一刺激序列中双任务范式与计时中断范式中的效应,得出如下结论:(1)跨通道情境下同一刺激序列中双任务范式与计时中断范式中的位置效应的异同在一定程度上取决于目标时间的长度;(2)干扰条件下的间断效应弱于中断条件下的间断效应,干扰效应是一种部分消弱计时现象;(3)两种范式中的位置效应和间断效应均可以用 SEM 解释。

参 考 文 献

Block, R. A. (1992). Prospective and retrospective duration judgment: The role of information processing and memory. In F. Macar, V. Pouftahs, & B. Friedman (Eds.), *Time,*

- action and cognition: Towards bridging the gap* (pp. 141–152). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Block, R. A., & Kayak, D. (1996). Models of psychological time revisited. In H. Heinrich (Ed.), *Time and mind* (pp. 171–195). Bern: Hogrefe and Huber Publishers.
- Brown, S. W. (1985). Time perception and attention: The effects of prospective versus retrospective paradigms and task demands on perceived duration. *Perception & Psychophysics*, 38, 115–124.
- Brown, S. W. (1995). Time, change, and motion: The effects of stimulus movement on temporal perception. *Perception and Psychophysics*, 57, 105–116.
- Brown, S. W. (1997). Attentional resources in timing: interference effects in concurrent temporal and nontemporal working memory tasks. *Perception and Psychophysics*, 59, 1118–1140.
- Brown, S. W. (2008). *Time and attention: Review of the literature*. In S. Girondin (Ed.), *Psychology of time* (pp. 111–138). Bingley, UK: Emerald Group Publishing.
- Buffa, L. (1971). Factors affecting the filled-duration illusion in the auditory, tactual, and visual modalities. *Perception & Psychophysics*, 10, 292–294.
- Burr, D., Banks, M. S., & Morrone, M. C. (2009). Auditory dominance over vision in the perception of interval duration. *Experimental Brain Research*, 198, 49–57.
- Casini, L., & Macar, F. (1997). Effects of attention manipulation on judgments of duration and of intensity in the visual modality. *Memory and Cognition*, 25, 812–818.
- Cabeza de Vaca, S., Brown, B. L., & Hemmish, N. S. (1994). Internal clock and memory processes in animal timing. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 20, 184–198.
- Coull, J. T., Vidal, F., Canarian, B., & Macar, F. (2004). Functional anatomy of the attentional modulation of time estimation. *Science*, 303, 1506–1508.
- Fortin, C. (2003). Attentional time-sharing in interval timing. In W. H. Meck (Ed.), *Functional and neural mechanisms of interval timing* (pp. 235–259). Bona Raton: CRC Press.
- Fortin, C., & Breton, R. (1995). Temporal interval production and processing in working memory. *Perception & Psychophysics*, 57, 203–215.
- Fortin, C., Béard, M. C., & Champagne, J. (2005). Timing during interruptions in timing. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 31, 276–288.
- Fortin, C., Champagne, J., & Poiser, M. (2007). Temporal order in memory and interval timing: An interference analysis. *Acta Psychologica*, 126, 18–33.
- Fortin, C., & Massé, N. (2000). Expecting a break in time estimation: Attentional time-sharing without concurrent processing. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 26, 1788–1796.
- Fortin, C., & Rousseau, R. (1998). Interference from short-term memory processing on encoding and reproducing brief durations. *Psychological Research*, 61, 269–276.
- Fortin, C., Rousseau, R., Bourasques, P., & Kerouac, E. (1993). Time estimation and concurrent nontemporal processing: Specific interference from short-term-memory demands. *Perception & Psychophysics*, 53, 536–548.
- Fortin, C., & Tremblay, S. (2006). Interrupting timing in interval production and discrimination: Similarities and differences. *Behavioural Processes*, 71, 336–343.
- Gibbon, J. (1977). Scalar expectancy theory and Weber's law

- in animal timing. *Psychological Review*, 84, 279–325.
- Gibbon, J., Church, R. M., & Meck, W. H. (1984). Scalar timing in memory. In J. Gibbon & L. Allan (Eds.), *Timing and time perception* (New York Academy of Sciences) (pp. 52–77). New York: Academy of Sciences.
- Kayak, D. (1993). Time estimation methods: Do they influence prospective duration estimates? *Perception*, 22, 91–101.
- Lewis, P. A., & Maill, R. C. (2003). Distinct systems for automatic and cognitively controlled time measurement: Evidence from neuroimaging. *Current Opinion in Neurobiology*, 13, 1–6.
- Macar, F. (2002). Expectancy, controlled attention and automatic attention in prospective temporal judgments. *Acta Psychologica*, 111, 243–262.
- Macar, F., Girondin, S., & Casini, L. (1994). Controlled attention sharing influences time estimation. *Memory & Cognition*, 22, 673–686.
- Meck, W. H. (1984). Attentional bias between modalities: Effect on the internal clock, memory, and decision stages used in animal time discrimination. In J. Gibbon, & L. Allan (Eds.), *Timing and time perception: Vol. 423. Annals of the New York academy of sciences* (pp. 528–541). New York: New York Academy of Sciences
- Meck, W. H., Church, R. M., & Olton, D. S. (1984). Hippocampus, time, and memory. *Behavioral Neuroscience*, 98, 3–22.
- Poser, M. I., & Petersen, S. E. (1990). The attention system of the human brain. *Annual Review of Neuroscience*, 13, 25–42.
- Roberts, S. (1981). Cross-modal use of an internal clock. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 8, 2–22.
- Roberts, S., & Church, R. M. (1978). Control of an internal clock. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 4, 318–337.
- Salt, Y., & Mayakovsky, T. (2006). The attentional white bear phenomenon: The mandatory allocation of attention to expected distractor locations. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 32, 351–363.
- Talma, D., Doty, T. J., Stroud, R., & Wold, M. G. (2006). Attentional capacity for processing concurrent stimuli is larger across sensory modalities than within a modality. *Psychophysiology*, 43, 541–549.
- Tremblay, S., & Fortin, C. (2003). Break expectancy in duration discrimination. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 29, 823–831.
- Yin, H. Z. (2007). The research on timing break in temporal cognition. *Journal of Southwest University: Antihumanism and Social Sciences Edition*, 5, 14–17.
- [尹华站. (2007). 时间认知中的计时中断研究. *西南大学学报(社会科学版)*, 5, 14–17.]
- Yin, H. Z., Bhang, F., & Huang, X. T. (2009). Research on the encoding mode and the effect of break location on temporal reproduction task. *Journal of Southwest University: Antihumanism and Social Sciences Edition*, 5, 18–21.
- [尹华站, 张锋, 黄希庭. (2009). 编码中断及中断位置对时间复制的影响. *西南大学学报(社会科学版)*, 5, 18–21.]
- Wu, J. L., Zhang, F., Lü, Y., & Tang, X. Y. (2009). Cross modal of visual-tactile attention mechanism in human brain cognition. *Science Technology Review*, 27, 68–70.
- [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, 68–70.]

Contrasting Effects of Dual-task Paradigm and of Timing Interruption Paradigm in Interval Timing of the Context of Culti-modal Processing

YIN Huazhan¹; LI Dan¹; YUAN Xiangyong²; HUANG Xiting²

(¹ School of Education Science, Chongqing Normal University, Chongqing 401331, China)

(² School of Psychology, Southwest University, Chongqing 400715, China)

Abstract

Distribution of attention in time information processing is one of the hot areas of research science, and the dual-task paradigm is one of the most common ways to study distribution of attention. It requires an individual to perform two tasks simultaneously, the less the attention allocated to a temporal interval, the shorter it is judged (Brown, 1997). The attention sharing effect is discussed within the framework of the scalar expectancy model of timing. In such paradigm the parallel processing itself may interfere with time perception and lead to unexpected deviations. In order to avoid such interference, the timing interruption paradigm would be a better solution as it uses a blank interruption instead. The researchers consistently found a similar position and interruption effect in both paradigms (Casini & Macar, 1997; Cortin, & Remblai, 2006; Remblai, & Cortin, 2003). Furthermore, the results showed both the discontinuity and interference of current information processing

were belong to interruption effect, but to varying extents (Cortin, & Masse, 2000; Macar, 2002). However, though the position and interruption effect were similar in the two paradigms, they have not been explored in a same stimuli series. As we know, information exchange with the outside world is not dependent on single sensory channel, but rather the interaction of cross-modal information processing. It would be valuable to explore the position and interruption effect in the context of cross-modal processing. It would not only help to uncover the cognitive mechanism of time processing, but also have important practical values as it is more similar with daily life.

Therefore, the present study was designed to investigate the position and interruption effect in the two paradigms in the cross-modal conditions. To this end, the study consisted of two experiments. In experiment 1, 2500 ms and 4500 ms were set for the target time intervals, using the same stimulus sequence (visual presentation, with aural interruption), participants were allocated to control, break and interference condition respectively. In experiment 2, the target intervals were set to 1500 ms and 2500 ms.

Results of experiment 1 showed that the interruption effect is more significant in break condition regardless of target time intervals. Furthermore, under the 2500ms, position effect were found in all three conditions, whereas under the 4500ms condition, the position effect only existed in the break condition. Experiment 2 found that there was position effect consistently, regardless of the interpolation conditions or target time intervals. Besides, the interrupt effect was more significant in the break condition.

Such results imply that whether the position effect is the same in the two paradigms depends on the length of the target intervals to some extent. Besides, in the timing interruption paradigm, the break effect on timing is more significant than the interference effect in dual-task paradigm.

Key words dual-task paradigm; timing interruption paradigm; position effect; interruption effect; scalar expectancy model of timing