

《心理学报》审稿意见与作者回应

题目：1~6 秒时距认知分段性特征研究

作者：尹华站 李丹 陈盈羽 黄希庭

第一轮

审稿人 1 意见：本研究通过时间复制任务和时间生产任务比较了高、低工作记忆容量被试在完成 1~6 秒视、听时距加工的成绩，研究发现时距长度与工作记忆容量或通道均存在交互作用，被试在复制 1 秒、2 秒的平均复制时距、复制比率及变异系数没有随工作记忆容量或通道而变化，而复制 3 秒、4 秒、5 秒及 6 秒时，高工作记忆组较低工作记忆组或听觉组较视觉组，平均复制时距显著更长、复制比率显著更高、变异系数显著更小。依据上述实验结果本研究推论 1 秒~6 秒的时距认知存在分段性，大约 2~3 秒可能为分段临界点，相关研究结论的获得为以时间工作记忆说解释时间认知的分段性提供了实证依据。综上，本研究具有较大的理论意义，对时间认知领域研究的深化具有较大的推动作用。

意见 1：题目宜将“时间认知”改成“时距认知”更为合适。

回应：感谢审稿人建议，在修改稿中已将题目改为“1~6 秒的时距认知分段性特征研究”

意见 2：文章的行文在某些地方还比较啰嗦，譬如问题提出部分是否可以更为精炼些。

回应：感谢审稿人建议，在修改稿中我们将问题提出部分进行了重新修订，以使问题明确。

意见 3：文章的英文摘要尚需修改。

回应：感谢审稿人建议，我们请外语专业的教授对摘要进行了润色和修改。

审稿人 2 意见：本研究在 Ulbrich 等（2007）研究的基础上，在实验一中改进操作自变量的方法，考察 1 秒以上时距是否具有分段性。在实验二中采用时间产生范式，进一步验证实验一的结果。两个实验结果发现 1~6 秒时距认知具有分段性，分段临界点大约处在 2~3 秒。同时提出时间工作记忆说解释时间认知的分段性，该假说是时间认知分段综合模型解释短时距加工分段性的具体表现形式。论文整体上方法可行，结果较可信。对于丰富时间工作记忆说有一定的贡献。

意见 1：本研究采用操作广度任务和对称广度任务来控制工作记忆这个自变量，有一定的创新和改进。但是在文中对于 Corsi~block 测试的弊端以及新测试方法的优势还需要进一步的阐述。特别是本研究主要基于 Ulbrich 等（2007）的研究，本研究改进变量操作方法后，研究结果跟 Ulbrich 等（2007）的结果有哪些相同，哪些不同，应该进一步说明。特别是，Ulbrich 等（2007）的研究已经比较早了，最新的研究有哪些新发现，本研究跟最新的研究相比，有哪些贡献，也要进一步说明。另外，实验 2 为何采用时间产生的范式来探索时间的分段性，须进一步阐明其研究意义。

回应：在一项研究中，采用什么样的测验很大程度上取决于研究的目的。Corsi 积木测验是测量视觉-空间工作记忆容量的经典任务，于 20 世纪 70 年代发展起来，最近十几年这种测验得到了更广泛的应用，主要应用于测量成年人(Smyth&Scholey, 1992)、儿童(Orsini, Schiappa&Grossi, 1981)和神经心理障碍患者(Vilkkil&Hoist, 1989)的视空间工作记忆。所以，迄今国内外在许多单独考察人类视空间工作记忆能力的研究被广泛使用（宫大志, 2009）。但是本研究的目的之一，是在于考察不同工作记忆容量的个体在完成视觉和听觉通道计时任务的表现，所以要测量出来的工作记忆容量就必须兼顾视觉工作记忆和听觉工作记忆两个方面。操作广度任务和对称广度任务恰好分别就是两种常见的听觉工作记忆任务和视觉工作记忆任务，且经常被研究者搭配使用（Conway, Kane, Bunting, 2005; Unsworth, Redick, Heitz, 2009）。此外，审稿人提到实验 1 与跟 Ulbrich 等（2007）研究结果的异同，主要表现

以下几个面：以平均复制时距为指标，首先看相同点，两项研究均发现了的工作记忆容量、通道及时距长度的主效应，且发现了时距长度与工作记忆容量的交互效应以及通道和时距长度的交互效应。不同点在于，在Ulbrich等（2007）研究中，3秒、4秒、5秒及6秒的复制，表现出视觉主观时间估计长于听觉主观时间估计，而在实验1中，3秒、4秒、5秒及6秒的复制，表现出听觉主观时间估计长于视觉主观时间估计，其实我们实验1的结果与多项研究发现的视、听通道效应是一致的（黄希庭，郑云，1993），即听觉判断要比视觉判断更加精确。以复制比率为指标，两项研究结果的差异模式与以平均复制时距为指标时基本一致。以变异系数为指标，在Ulbrich等（2007）研究中，发现了时距长度和通道的主效应，但是工作记忆容量只是临界显著，且没有发现其他交互效应，而在实验1中，我们同样发现了时距长度和通道以及工作记忆容量的主效应，但是也发现了时距长度与工作记忆容量以及时距长度与通道的交互效应，这似乎说明了在实验1中，反映出1秒和2秒的时距加工，与3秒、4秒、5秒及6秒的加工模式不太一致。至于为什么Ulbrich等（2007）研究与实验1的结果的趋势不完全一致，一方面可能与两项研究对于工作记忆容量的测量不太一致，另一方面可能也与在两项研究中被试的个体差异性、实验环境、实验程序等因素无法保证完全一致有关。

另外，审稿人提到本研究相对于最近的文献有什么贡献。首先我们认为1秒以上时距加工的分段性问题依然是一个经典且热门的科学问题。迄今，国内外许多研究者一直采用各种技术（ERP、fMRI、TMS等）在继续关注这一问题。我们团队成员陈有国等（2015）在《Neuroscience》发表了一篇科技论文，采用EEG分析，以alpha波幅为指标，指出了3秒可能是时距加工的分段临界点。而本研究虽然是传统的行为学研究，但是给国内外研究者提供可能的思路（比如，比较不同工作记忆容量个体复制不同长度时距过程中的脑连接变化模式等），期待他们使用高科技技术，为分段性找到更坚实的证据。此外，本研究收集大样本的高低工作记忆容量的个体，也是在大数据背景下为后续研究提供的一种可能参考。

最后，至于我们在实验2中为什么要采用时间产生范式来探索时间加工的分段性。这是因为时间产生法与时间复制法是两种不同的方法，涉及的认知过程不完全相同。时距产生法由主试给定具体的靶时距值（如2秒），让被试控制刺激呈现的时距。时距复制法首先由主试呈现一个刺激时距，然后被试复制一个同样长短的操作时距。Baudouin等（2006）认为不同时间估计方法基于不同加工机制，时间产生法主要与内部时钟的速度和注意监控有关，而时间复制法更多地依赖于注意监控和工作记忆。所以，本研究的实验1和实验2分别采用时间复制法和时间产生法探讨时距加工的分段性是很有必要的。

主要参考文献：

- Orsini, A., Schiappa, O., & Grossi, D. (1981). Sex and cultural differences in children's spatial and verbal memory span. *Perceptual and Motor skills*, 53(1), 39-42.
- Smyth, M. M., & Scholey, K. A. (1992). Determining spatial span: The role of movement time and articulation rate. *Quarterly Journal of Experimental Psychology: Section A*, 45(3), 479-501.
- Vilkkii, J., Holst, P., Öhman, J., Servo, A., & Heiskanen, O. (1989). Cognitive deficits related to computed tomographic findings after surgery for a ruptured intracranial aneurysm. *Neurosurgery*, 25(2), 166-172.
- 宫大志. (2009). 不同认知方式个体完成视空间工作记忆任务中的行为和ERP研究. 山东师范大学.
- 黄希庭, & 郑云. (1993). 时间判断的视听通道效应的实验研究. *心理学报*, 25(2), 225-232.

意见 2：前言理论综述部分：本研究考察不同通道下的时距加工分段性。对此，研究者只在文中提到研究这个问题的人比较少，为什么较少，是不是因为该问题不重要。作者应进一步阐明其研究意义和研究价值。

回应：感谢审稿人的建议。本研究的目的在于探讨1~6秒时距加工的分段性特征，其途径主要是依靠比较不同WMC个体在完成视、通道时距加工过程中，是否存在WMC与时距长度及通道与时距长度的交互效应来推测。所以，对于以往研究者是否探讨过人类时距加工的通道效应并不是本研究特别关注的焦点。当然，不同通道下的时距加工分段性，并不是以往研究没有探讨，只是以往研究探讨分段性时，多采用其他途径（双任务范式、ERP技术、fMRI等），并没有特别多采用考察通道效应和WMC效应的途径。本研究探讨不同

通道下时距加工分段性一方面旨在探讨通道与不同长度时距加工的关系,另一方面为彻底揭示时距加工机制奠定初步基础。

意见 3: 研究方法方面:短时距的定义是什么。Ulbrich 等(2007)的研究考察 1~5 秒的时间范围,而本研究采用 1~6 秒的时间范围。1~6 秒的研究意义是什么?

回应: 感谢审稿人的建议。关于短时距究竟包括多宽的时距范围在学界也是见仁见智的事情,如果研究者过于关注“短时距”的范畴可能意义并不是太明显。国内外许多研究者可能在行文过程中会为了方便将时距类型表述分为“极短时距”、“短时距”及“长时距”等。至于在本研究中,为什么会选择探讨 1~6 秒的加工机制,这主要是鉴于 Fraisse 指出,时间知觉范围大约在 3~5 秒内,它依赖于同质刺激的自发组织,能够把一系列的事件知觉为一个单元;超过了上述限度,我们对持续时间的认知就不是对现实的复制,而只能对长时记忆进行重构,这是时间估计或时间记忆(Fraisse, 1984)。而 Pöppel 认为“知觉到的现在”(时间知觉)的上限就是意识的限度,在该限度内,相继的事件信息可以被整合成为一个单元,或一个“格式塔”(gestalt),在这个格式塔所决定的时间范围内,意识才得以体现。意识的限度约为 3 秒钟,不同人“知觉到的现在”是不同的,有的人为 2 秒,有的人可能是 4 秒(Pöppel, 1997)。鉴于上述心理学家提及的时间知觉所可能涉及的范围,所以本研究探索性的将时距范围囊括了 3~5 秒的范畴,设定为 1~6 秒。这样设定时距范围的优点在于一方面可以同样达到 Ulbrich 等(2007)的研究目的,另一方面,还可以为下一步的研究提供可能的主题。

主要参考文献:

Fraisse, P. (1984). Perception and estimation of time. *Annual review of psychology*, 35(1), 1~37.
Pöppel, E. (1997). A hierarchical model of temporal perception. *Trends in cognitive sciences*, 1(2), 56~61.

意见 4: 刺激呈现颜色对时间知觉的影响。在时间知觉研究中,有研究证明刺激的知觉属性对时间的知觉产生影响。比如刺激的长度,刺激呈现的时间(Cai, Wang, 2013)。Ulbrich 等(2007)的研究中刺激呈现的是白色,在复制时间时刺激是黄色。而本研究在刺激呈现时是黑色,在复制时间时是白色。那么,本研究在参考前人研究的基础上对颜色设置进行改进的目的是什么?这种设置是否会影响到本研究的结果呢?

回应: 感谢审稿人的建议。我们之所以采用与 Ulbrich 等(2007)不同的颜色刺激,是因为在预实验过程中,有部分被试反映黄色太刺眼,所以在正式实验中改成了黑色和白色刺激。诚然,正如王瑞明教授课题组所发现的一样,刺激的某些属性可能会影响时间知觉(Cai, Wang, 2013)。但是对于颜色是否会影响到时间知觉还是要视情况而定。在 Hays, Huybers, & Varakin (2014) 的一项研究中,该研究采用时间两分法,考察了电脑屏幕颜色(黑白色 VS 彩色)对相应时距的判断的影响,在实验 1 中,事先只是告知被试实验过程中需要估计时距长度,结果没有发现颜色对时间判断的影响;在实验 2 中,事先并没有告知被试需要完成颜色判断任务,还是时间判断任务,结果发现了知觉彩色屏幕的时距较黑白屏幕的时距更长。Hays, Huybers, & Varakin 等推测原因在于实验 2 中被试务必投入一部分注意资源给颜色判断,所以颜色对时间知觉产生了影响。在我们的研究中,情形类 Hays, Huybers, & Varakin (2014) 研究的实验 1,所以预期不会影响到本研究的结果。

主要参考文献:

Cai, Z. G., & Wang, R. (2014). Numerical magnitude affects temporal memories but not time encoding. *PLoS one*, 9(1).
Ben-Meir, S., Ganor-Stern, D., & Tzelgov, J. (2012). Numerical and physical magnitudes are mapped into time. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 65(12), 2309~2320.
Rammsayer, T. H., & Verner, M. (2013). The effect of nontemporal stimulus size on perceived duration as assessed by the method of reproduction. *Journal of vision*, 14(5), 17~17.
Hays, J., Huybers, B., & Varakin, A. (2014). Coloring Time! The Effect of Color in Pictures on Time Perception. *Journal of Vision*, 14(10), 376~376.

意见 5: Ulbrich 等(2007)的研究在通道效应上,分开两天操作完成,并平衡视觉和听觉。在本研究中,通道变量的两个水平是如何平衡的?通道之间的转换是否会影响被试对时间的判断,出现高估或者低估的结果?

回应：感谢审稿人的建议。在我们的研究中，视觉时间估计任务和听觉时间估计任务是分区块进行的，两类区块按照 ABBA 的顺序进行被试间平衡，且区块与区块之间安排了 30 秒的休息时间，旨在一方面平衡视觉时间估计任务与听觉时间估计任务之间的互相影响，另一方面尽可能消除前一组块对后一组块的影响。

意见 6：本研究存在测验的是被试数数字的速度，而并非对时间的知觉的可能性。因为被试在参加实验的时候可能进行数数字策略，这种策略也可以发现类似本研究的结果。具体表现在 2~3 秒以下，被试由于时间段，数的数字也少，因而没有发现差异。而在 3~6 秒的较长的时间里，被试数的数字比较多，因此体现在被试数数字的差异上。那么本研究如何排除这种可能？

回应：感谢审稿人的建议。确实有研究发现人类数数或者呼吸等节奏会促进计时的准确性(e.g., Clément & Droit-Volet, 2006; Grondin, 2001; Grondin & Killeen, 2009;Hinton, Harrington, Binder, Dargerian, & Rao, 2004;Hinton & Rao, 2004; Rakitin et al., 1998)。换言之，在数数等策略的干预下，不管WMC的高低，还是信号呈现的通道，主观估计时距会与客观时距长度呈固定比率的线性趋势，所以，不太可能出现实验1和2中的交互效应（时距长度与WMC或时距长度与通道）。此外，实验1和2中，我们通过指导语告知被试不要采用数数等策略进行时距加工，这种方法已被以往研究中证实是预防数数策略最有效的（Rattat,&Droit-Volet,2012）。

主要参考文献：

- Clément, A., & Droit-Volet, S. (2006). Counting in a temporal discrimination task in children and adults. *Behavioural Processes*, 71, 164–171.
- Grondin, S. (2001). Discriminating time intervals presented in sequences marked by visual signals. *Perception & Psychophysics*, 63, 1214–1228.
- Grondin, S., & Killeen, P. R. (2009). Tracking time with song and count: Different Weber functions for musicians and nonmusicians. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 71, 1649–1654.
- Hinton, S. C., Harrington, D. L., Binder, J. R., Durgerian, S., & Rao, S.M. (2004). Neural systems supporting timing and chronometric counting: An fMRI study. *Cognitive Brain Research*, 21, 183–192.

意见 7：研究的外部效度；本研究实验二改用时间产生范式，为 1 秒以上时距加工分段性提供新证据。但在验证实验 1 结果的普遍性上，似乎略显单薄。

回应：感谢审稿人的建议。我们在修改文对实验 2 的目的措辞进行了修订。确实，正如审稿人所说若想验证实验 1 结果的普遍性，单凭实验 2 确实略微单薄，所以，我们对实验 2 的目的定位为：采用时间产生法为 1 秒以上时距加工分段性提供新证据。关于实验 1 结果的普遍性问题，我们会在下一步的研究中会系统进行探讨。

意见 8：格式规范问题，比如在实验材料部分，统计符号（M, SD）应该斜体；而且文章也多处出现字体大小不统一的情况。

回应：感谢审稿人的建议。我们在修改文对各级标题的字体大小和型号进行了统一检查，确保同一级标题的字体和型号是同样的。同时我们还请两位研究生仔细检查了错别字和行文，确保论文无细节上的错误。而且我们请英文翻译专业的教授对摘要进行了校正。

审稿人 3 意见：本研究通过时间复制任务和时间生产任务比较了高、低工作记忆容量被试在完成 1~6 秒视、听时距加工的成绩，具有一定的理论意义。

意见 1：摘要不够精炼，不应用第一人称（如本研究）

回应：There are two hypotheses concerning the temporal cognition segmentation : One is segmentation hypothesis and the other is non~ segmentation hypothesis. The former one holds that the processing mechanism and representation of different length of time are different. The latter one holds that the processing mechanism and representation of different length of time are

identical. However, previous studies have indicated that the two kinds of hypotheses are supported by evidence, respectively.

In this research, we explored that the temporal cognition segmentation of 1~6s through two relatively novel ways. In Experiment 1, A total of 44 participants were engaged in a 2 (memory group: High WMC vs. Low WMC) × 2 (Modality: Visual vs. Auditory) × 6 (sample duration: 1s, 2s, 3s, 4s, 5s vs. 6s) mixed design experiment, to study the temporal cognition segmentation of 1~6s, by completing time reproduction task. Three-way ANOVAs were performed using standard duration and modality as within subject factors, memory group as a between-subject factor and mean reproduced interval, ratio (of reproduced interval and sample duration) and coefficient of variation as dependent variables. In Experiment 2, 48 participants were engaged in a mixed design experiment. The procedure was identical to that of experiment 1, except that time reproduction task were instead of time production task.

The results showed that 1) in experiment 1, significant main effects of sample duration, modality, and memory group, were found, for the mean reproduced interval, the ratio score, and the coefficient of variation. Specifically, high WMC compared with low WMC, long duration with short duration and auditory with visual, the mean reproduced interval was longer, the ratio score higher and the coefficient of variation smaller. Furthermore, there was a significant interaction between duration and modality, and between duration and memory group for the mean reproduced interval, the ratio score, and the coefficient of variation. For 1s and 2s, for the mean reproduced interval, the ratio score, and the coefficient of variation, there was no difference between the high WMC group and the low WMC group, or visual group and auditory group. For 3s, 4s, 5s and 6s, the mean reproduced interval of the high WMC group was significantly longer, the ratio score was significant higher, and the coefficient of variation was significant smaller than those of the low WMC group. For 3s, 4s, 5s and 6s, the mean reproduced interval of the auditory group was significantly longer, the ratio score was significant higher, and the coefficient of variation was significant smaller than those of the visual group. 2) in experiment 2, significant main effects of sample duration, modality, and memory group, were found, for the mean produced interval, the ratio score, and the coefficient of variation. Specifically, high WMC compared with low WMC, long duration with short duration and auditory with visual, the mean produced interval was shorter, the ratio score lower and the coefficient of variation smaller. Furthermore, there was a significant interaction between duration and modality, and between duration and memory group for the mean produced interval, the ratio score, and the coefficient of variation. For 1s and 2s, for the mean produced interval, the ratio score, and the coefficient of variation, there was no difference between the high WMC group and the low WMC group, or visual group and auditory group. For 3s, 4s, 5s and 6s, the mean produced interval of the high WMC group was significantly shorter, the ratio score was significant lower, and the coefficient of variation was significant smaller than those of the low WMC group. For 3s, 4s, 5s and 6s, the mean produced interval of the auditory group was significantly shorter, the ratio score was significant lower, and the coefficient of variation was significant smaller than those of the visual group. The results demonstrated that the temporal cognition of 1 to 6 seconds is segmented, and the critical point may be 2~3s, which support segmentation hypothesis. The segmentation of temporal cognition can also be explained by the time working memory hypothesis, which is the form of temporal cognition segmentation model explaining the cognitive mechanism of short-duration processing.

意见 2: 结果呈现中的图不够规范。

回应: 我们查阅最近几年发表在《心理学报》上的论文以及该刊对图表的规范要求进行了修改。譬如: 图 2。(其余图请见正文部分)

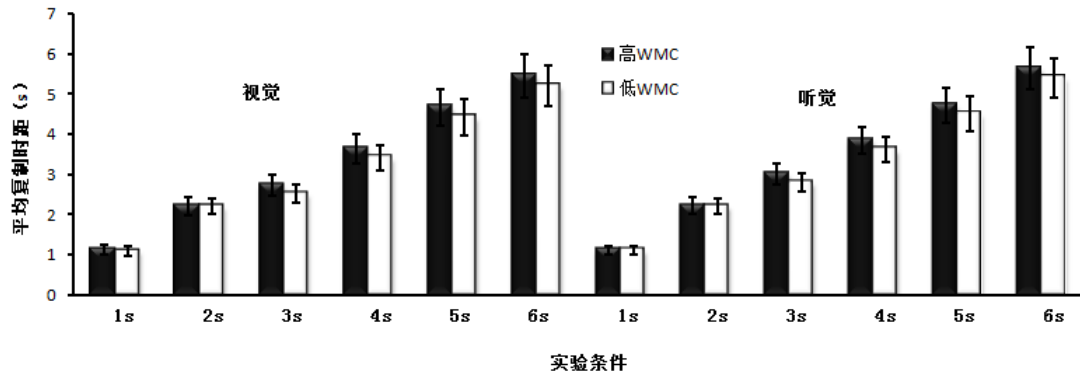


图 2 高、低 WMC 组个体复制 1~6 秒的平均时距

第二轮

审稿人 2 意见：作者对审稿意见进行了认真的回复，并据此修改了正文，论文质量有了很大的提升。但答复中的有些内容并没有在正文中相应的进行修改，答复中用的有些文献在正文中也没有补充。建议再进一步修改正文，并进一步阐述跟论文创新性有关的内容。

意见 1：答复中的有些内容并没有在正文中相应的进行修改，答复中用的有些文献在正文中也没有补充。

回应：谢谢审稿人的建议。我们在修改文做了两方面修改：其一，我们对审稿人先前的部分意见的回复酌情体现在正文部分。譬如：

1.问题提出部分：

(1) 被试的筛选：在 Ulbrich 等（2007）的实验中，筛选出的高、低 WMC 被试仅是根据两组被试在 Corsi-block 测试得分上存在统计学差异，这不意味着两组被试是“真正”的高、低 WMC 个体。(2) WMC 的测量：Corsi 积木测验是测量视觉-空间工作记忆容量的经典任务，主要应用于测量成年人(Smyth & Scholey, 1992)、儿童(Orsini, Schiappa & Grossi, 1981)和神经心理障碍患者(Vilkkki & Hoist,1989)的视空间工作记忆。而在 Ulbrich 等（2007）的实验中涉及视觉和听觉信号的呈现，所以要测量工作记忆容量就必须兼顾视觉工作记忆和听觉工作记忆两个方面更为合适。(3) 额外变量的干扰：不能排除生理节律等无关因素的干扰。在 Ulbrich 等（2007）的实验中，高 WMC 组年龄显著小于低 WMC 组。年老被试的生理节律周期也下降了，因此年老被试在复制任务中低估时距，也可能是由于内部时钟（与生理节律成正相关）速度变慢的影响所致（Block, Zakay, & Hancock, 2010）。

基于此，本研究拟设计实验 1（时间复制任务）和实验 2（时间产生任务）来探讨 1 秒以上时距认知的分段性问题。实验 1 在 Ulbrich 等（2007）研究的基础上进行了三个方面的改变：其一，自变量的测量。在一项研究中，自变量的测量应该与该研究的目的是是一致的。Corsi 积木测验是测量视觉-空间工作记忆容量的经典任务，主要应用于测量成年人(Smyth&Scholey,1992)、儿童(Orsini,Schiappa&Grossi,1981)和神经心理障碍患者(Vilkkki&Hoist,1989)的视空间工作记忆。本研究的目的是之一是在于考察不同工作记忆容量的个体在完成视觉和听觉通道计时任务的表现，所以要测量出来的工作记忆容量就必须兼顾视觉工作记忆和听觉工作记忆两个方面。操作广度任务和对称广度任务恰好分别就是两种常见的听觉工作记忆任务和视觉工作记忆任务，且经常被研究者搭配使用（Conway, Kane, Bunting, 2005; Unsworth, Redick, Heitz, 2009）。其二，自变量水平的操纵。在 Ulbrich 等（2007）的实验中，对 WMC 的操纵仅是根据 Corsi-block 测试得分上统计学差异而区分出高、低 WMC 两个水平，这样未必能够充分体现自变量的效应。所以，本研究通过收集大样本正常成年个体的 WMC 数据，期待寻找符合正态分布的样本群体，以确保找到“真正”意义的高、低 WMC 组被试，对 WMC 的水平进行充分的操纵；其三，额外变量的控制。为了避免生理节律（内部时钟等）的差异所带来的对复制时距的额外影响，本研究尽可能采用年龄

相对较小、年龄区间相对较窄的被试群体（19~35岁），而Ulbrich等（2007）的实验被试年龄跨度为21~84岁。

2. 讨论部分：

实验2采用时间产生任务发现，高、低WMC组在平均产生时距、产生比率及变异系数上均存在主效应，WMC越高的被试平均产生时距越短、产生比率越低、变异系数越小。这可能是因为高WMC的个体在产生过程中注意监控较好，累加脉冲效率较高，所以达到目标脉冲数所需的客观时间较少，所以对同一目标时间（如6秒）而言，高WMC组产生出的时间较短，产生比率较低，变异系数较小。实验1和实验2结果还发现，WMC与时距长度以及通道与时距长度的交互作用，高、低WMC组被试在加工1秒和2秒的视、听时距过程没有差异，而加工3秒、4秒、5秒及6秒视、听时距过程存在显著差异，这暗示着，2~3秒以下与以上时距加工存在两种机制，2~3秒以下时距加工即为时间知觉，整体性是时间知觉的一个重要特点。存在一种整合加工将3秒内信息整合为一个整体（Fraisse, 1984）， θ 和 α 波参与自动时间整合加工（陈有国, 2010; Chen, Chen, Kuang, & Huang, 2015）。Baddeley和Hitch在1974年提出了工作记忆模型，该模型认为人类主要是通过中央执行系统和语音回路及视空间模板负责对认知任务过程中的信息进行暂时储存与加工。语音回路功能在于暂时储存听觉和语言信息，视空间模板功能在于保持和操纵视觉和空间信息，中央执行器涉及这两个系统注意控制。因此，可以说人类在加工时间信息的过程中，也会需要进行注意控制和暂时储存时间信息。已有研究表明时间工作记忆是不同于空间和词语工作记忆的一种新类型的工作记忆（陈有国, 2010）。实验1和2在工作记忆模型的基础上提出了解释分段性的时间工作记忆说，其基本观点如下：在加工2~3秒以下时距时，人能够将2~3秒以下的时距整合为一个整体，整合加工是在感觉记忆加工的基础上进行的，不受工作记忆和通道的影响；在2~3秒以上，时距可能以离散的形式表征，累加过程受工作记忆和通道的影响。WMC决定了分界点的大小，老人和小孩的WMC较正常人小，因此他们的分界点比正常人小（Ulbrich, Churan, Fink, & Wittmann, 2007）。

时间工作记忆说也可以对Lewis等的实验结果进行解释（Lewis, & Miall, 2003b）。在Lewis等的实验中，0.6秒时距位于300ms分界点附近，该时距会被整合为一个整体。但由于在分界点附近，注意对0.6秒时距的调制作用还很弱。3秒时距位于三秒分界点，这时已经达到WMC的临界点，工作记忆负荷很大，需要持续的注意维持时距加工，所以加工3秒时距比0.6秒时距需要更多的注意资源和更大的工作记忆负荷。Lewis等的实验结果发现，3秒时距更加激活了前扣带皮质和顶下叶。以往研究发现前扣带皮质与注意控制有关（Posner, & Rothbart, 2007），顶下叶皮质可能与工作记忆有关（Owen, McMillan, Laird, & Bullmore, 2005）。时间认知分段综合模型既指出认知时间的分段性，也指出注意和工作记忆会影响时间信息加工，因此解释分段性的时间工作记忆说是时间认知分段综合模型解释分段性的具体表现形式（黄希庭, 李伯约, & 张志杰, 2003）。

另外，分段性的时间工作记忆说只能解释短时距范围的分段性，还不能解释更长范围内时间认知的分段性。黄希庭等发现过去和未来具有相似的心理结构，以秒和分为计时单位的“较近的未来”和“较远的未来”，以小时、日和月为计时单位的“近的未来”和“远的未来”，以及以年为计时单位的“远的过去”和“远的未来”（黄希庭, 孙承惠, & 胡维芳, 1994; 黄希庭, 1998）。这些分界点的认知基础还有待进一步研究。另外，随着脑磁图等（陈有国, 2015）技术等迅猛发展，未来研究可以采用EEG分析，以alpha波幅为指标，为2~3秒分段临界点寻找新证据。

其二，我们在修改文中添加了部分重要的文献。

Chen, Y. G., Chen, X., Kuang, C. W., & Huang, X. T. (2015). Neural oscillatory correlates of duration maintenance in working memory. *Neuroscience*, 290, 389~397.

Cai, Z. G., & Wang, R. (2014). Numerical magnitude affects temporal memories but not time encoding. *PLoS one*, 9(1).

Hays, J., Huybers, B., & Varakin, A. (2014). Coloring Time! The Effect of Color in Pictures on Time Perception. *Journal of Vision*, 14(10), 376~376.

Hinton, S. C., & Rao, S. M. (2004). "One~thousand one. . . one~thousand two. . ." Chronometric counting violates the scalar property in interval timing. *Psychonomic Bulletin & Review*, 11, 24~30.

Rakitin, B. C., Gibbon, J., Penney, T. B., Malapani, C., Hinton, S. C., & Meck, W. H. (1998).

Scalar expectancy theory and peakinterval timing in humans. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 24, 15–33.

意见 2: 进一步阐述跟论文创新性有关的内容。

回应: 我们在修改稿中进一步凝练了本文的创新点。基于此, 本研究拟设计实验 1 (时间复制任务) 和实验 2 (时间产生任务) 来探讨 1 秒以上时距认知的分段性问题。实验 1 在 Ulbrich 等 (2007) 研究的基础上进行了三个方面的改变: 其一, 自变量的测量。在一项研究中, 自变量的测量应该与该研究的目的是一致的。Corsi 积木测验是测量视觉-空间工作记忆容量的经典任务, 主要应用于测量成年人 (Smyth & Scholey, 1992)、儿童 (Orsini, Schiappa & Grossi, 1981) 和神经心理障碍患者 (Vilkkil & Hoist, 1989) 的视空间工作记忆。本研究的目的之一是在于考察不同工作记忆容量的个体在完成视觉和听觉通道计时任务的表现, 所以要测量出来的工作记忆容量就必须兼顾视觉工作记忆和听觉工作记忆两个方面。操作广度任务和对称广度任务恰好分别就是两种常见的听觉工作记忆任务和视觉工作记忆任务, 且经常被研究者搭配使用 (Conway, Kane, Bunting, 2005; Unsworth, Redick, Heitz, 2009)。其二, 自变量水平的操纵。在 Ulbrich 等 (2007) 的实验中, 对 WMC 的操纵仅是根据 Corsi-block 测试得分上统计学差异而区分出高、低 WMC 两个水平, 这样未必能够充分体现自变量的效应。所以, 本研究通过收集大样本正常成年个体的 WMC 数据, 期待寻找符合正态分布的样本群体, 以确保找到“真正”意义的高、低 WMC 组被试, 对 WMC 的水平进行充分的操纵; 其三, 额外变量的控制。为了避免生理节律 (内部时钟等) 的差异所带来的对复制时距的额外影响, 本研究尽可能采用年龄相对较小、年龄区间相对较窄的被试群体 (19~35 岁), 而 Ulbrich 等 (2007) 的实验被试年龄跨度为 21~84 岁。