

# 《心理科学进展》审稿意见与作者回应

题目：自我控制减少拖延行为的认知神经机制

作者：张顺民 李柯蓓

---

## 第一轮

### 审稿人意见：

1. 延迟任务效用是否源自个体的预期？即，预期未来执行任务的感受？倘若如此，将“延迟任务效用”改为“预期效用”是否更为直观、简洁？

**修改说明：**感谢审稿人的建议，延迟任务效用确实部分来源于预期，“预期效用”也确实更为简洁。然而，由于部分效用不一定依赖于预期，因此“预期效用”一词难以兼容概念的不同含义。

评估结果效用时确实可能依赖于预期。“现在自我”与任务结果之间往往存在时间延迟，个体需要依赖于预期进行评估。已有研究发现，预期想象可以帮助个体建构延迟奖赏的主观价值，减少短视决策 (Benoit, Gilbert, & Burgess, 2011; Peters & Büchel, 2010)。另外，当考虑推迟任务时，也可能会预期自己未来执行任务的动机如何，即拖延决策模型中的“延迟任务的正性结果效用”。例如，Sirois and Pychyl (2013)认为高拖延者会预期自己未来有更高的动力，因此坚信自己会“以后再做”。

然而，评估过程效用时却并不一定会依赖于预期。当个体在评估延迟任务的过程效用时，评估的对象为“现在自我”。例如，如果任务被推迟至未来，现在的我的感受如何？此时，个体可能更多地依赖于内感受 (interoception)，体会“现在自我”的情绪感受，而不一定依赖于预期。从神经系统而言，内感受和预期依赖于不同的神经系统。前者更依赖于脑岛 (Kurth, Zilles, Fox, Laird, & Eickhoff, 2010)，而后者更依赖于海马及前额叶 (Stawarczyk & D'Argembeau, 2015)。一项对真实任务事件及任务结果进行自由建构的神经影像研究也证实了这一点。该研究发现，对负性过程效用的建构依赖于前脑岛-杏仁核的回路，而对远期奖赏的建构依赖于海马-纹状体的回路 (Zhang et al., 2021)。

最后，再次感谢审稿人的建议，预期效用这一提法确有其合理之处。但由于效用的多样性，预期效用的说法仍不够准确。得益于审稿人的建议，论文的修改稿对模型的概念进行了

更深入的分析，尝试更合适的概念名称（请参看针对问题 2 的回复）。

2. 延迟任务的效用与实时效用的关系描述是否合理？按作者所述，延迟任务效用是当前自我推迟任务后感受到的，而实时效用是未推迟任务时感受到的。二者的区别在于任务是否被推迟。然而，延迟任务的过程效用与实时过程效用差别明显，结果效用却十分相似。这一现象是否合理？如果合理，请作者在文中作一些必要的解释。

**修改说明：**首先感谢审稿人的指正，原文中对于实时结果效用与延迟任务的结果效用的描述确实存在不合理之处。原文将任务未被延迟时的效用称为“实时效用”。而原文图 1 中所描述的却是个体与任务之间存在延迟的情况。因此，实时结果效用与延迟任务的结果效用相近确实是不合理的描述。此外，将延迟任务效用与实时效用画在同一副图中也容易引起误解。针对这一情况，修改稿对概念的描述进行了更深入的分析，同时尝试分开阐述任务被延迟和未被延迟的情景。

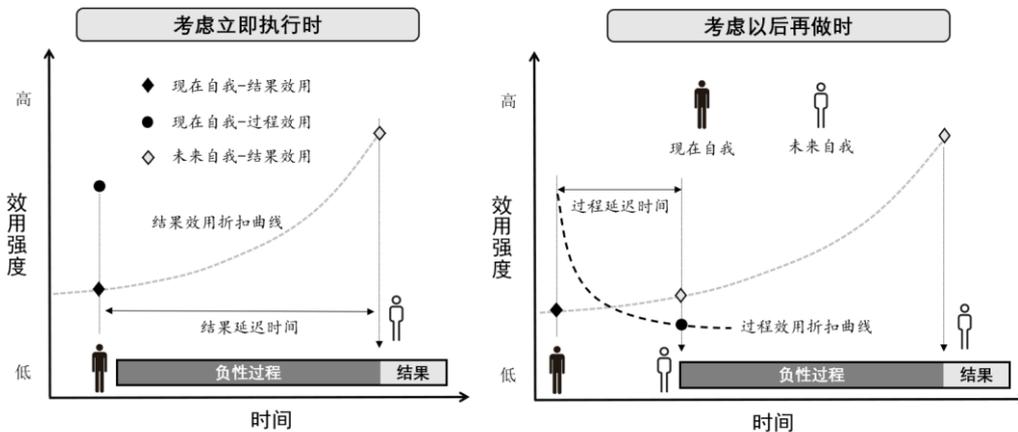


图 R1. 效用强度与延迟时间的函数关系

当个体考虑立即执行时，个体和任务过程之间没有延迟（见图 R1 左）。然而，由于人们常常需要经历必要的任务过程才能获得任务的结果，即便是立即执行任务，也需要一定的延迟才能得到结果。此时，个体与任务结果之间仍然有着延迟。“现在自我”需要承受任务的负性过程，却无法享受任务的结果。而通过预期，“现在自我”知道只有“未来自我”能够较为完全地享受任务结果的奖励。由于“现在自我”与任务过程没有任何时间间隔，其所感受到的负性过程效用较高。而由于任务结果存在延迟，“现在自我”所能感受到的结果效用偏低。此时作为决策者的“现在自我”不愿意立即执行任务。

当“现在自我”考虑推迟任务时，执行过程和任务结果都交给了“未来自我”（见图 R1 右）。由于“现在自我”与负性任务过程之间有着延迟，其所感受到的负性过程效用由于延迟折扣的作用而降低。同时，“现在自我”可能会预测负责执行任务的“未来自我”是否有足够的动力，即结果效用。由于“未来自我”相比于“现在自我”更为接近任务结果，“现在自我”仍能够预期“未来自我”能够感受到更高的执行效用。因此，作为决策者的“现在自我”感觉以后执行任务是一个不错的选择。

对比可知，原文所采用的概念有以下不足：（1）效用的感受主体不明确，无法体现是“现在自我”还是“未来自我”所感受的效用。（2）“实时”的意义不直接。当个体考虑立即执行任务时，任务结果仍然是延迟的，不符合“实时”一词的含义。为了弥补上述不足，修改稿尝试用“现在自我”和“未来自我”区别效用，同时采用图 R2 分开展示“立即执行”和“以后再做”两种情况下的效用曲线。具体修改如下：

拖延决策模型突显的是现在自我与未来自我的矛盾。现在自我不愿意承受任务的负性过程，希望推迟任务；而未来自我则需要对任务的执行结果负责，希望尽早完成任务。考虑立即执行任务时，任务过程对于现在自我而言是即时的，而任务结果是延迟的（图 1 左）。此时，现在自我将会感受到极高的负性过程效用，却只能感受到较低的正性结果效用，因此不愿意立即执行。而考虑以后执行时，由于自利偏差，现在自我更多地关注“现在自我的负性过程效用”和“未来自我的正性结果效用”（图 1 右）。此时，随着任务被推迟得越远，现在自我所感受到的负性过程效用越低，而预期未来自我所感受到的结果效用会相对更高。因此，现在自我会觉得“以后再做”是不错的选择。目前的研究不仅验证了时间决策模型提出的现在不做以后再做的认知机制 (Zhang & Feng, 2020)，也揭示了任务效用评估的神经基础 (Zhang et al., 2021)。时间决策模型利用决策的视角综合地阐述了拖延行为的认知机制，能够为研究自我控制如何减少拖延行为提供理论框架。

3. 该项目的研究 1 探究了认知机制，而研究 2 探究了神经基础。研究 1 和 2 是否具有一定的逻辑关联。即，研究 2 对于研究 1 有怎样的扩展和补充？例如，研究 1 认为自我控制减少拖延行为有着三条途径，这些途径在研究 2 中如何体现？

**修改说明：**感谢审稿人的建议，原稿中并没有清晰地展示出研究 1 和 2 直接的逻辑联系。研究 2 能够从神经基础层面进一步验证研究 1 的结论。

研究 1 将主要验证自我控制减少拖延行为的三条途径，而研究 2 能够进一步从神经层面

进行检验。

当自我控制通过调节情绪减少拖延行为时（途径 1），其神经机制可能涉及背外侧前额叶（dlPFC）对情绪脑区杏仁核或前脑岛神经活动的抑制，从而减少对刺激物的负性情绪（Morawetz, Bode, Derntl, & Heekeren, 2017）。这一过程可能发生在个体对任务进行评估的阶段，表现为高自我控制的个体有着更强的前额叶与情绪脑区的拮抗关系，从而形成更低的负性过程效用。

当自我控制通过关注结果的方式减少拖延行为时（途径 2），其神经机制可能表现为背外侧前额叶（dlPFC）与奖赏脑区腹内侧前额叶或者纹状体的功能协同，从而能够增强对正性结果的关注（Hare, Camerer, & Rangel, 2009）。这一过程也可能发生与任务评估阶段。高自我控制的个体可能有着更多前额叶脑区与奖赏脑区的协同，从而形成更高的正性结果效用。

当自我控制通过影响注意来调控效用对决策的影响权重时（途径 3），其神经机制可能表现为前额叶与工作记忆脑区额下回（inferior frontal gyrus, IFG）的协同增加（Osaka et al., 2004）。这一过程可能发生在决策阶段，并且可能对评估阶段的信息输出不产生影响。例如，一项利用神经刺激技术的研究发现，增强左侧背外侧前额叶神经活性后，被试的冲动选择会减少，但被试在进行选项评估时的喜好却并没有显著改变（Figner et al., 2010）。

修改稿为了更清晰地体现出研究 1 和 2 的关联，在“研究构想”的理论框架中做了如下补充：

自我控制的作用途径应该分别对应着不同的神经模式。当自我控制通过途径 1 作用时，高自我控制的个体在效用评估时可能会涉及更强的前额叶与情绪脑区的拮抗关系（Morawetz et al., 2017），从而形成更低的负性过程效用。当自我控制通过途径 2 作用时，高自我控制的个体在效用评估阶段可能有着更多前额叶脑区与奖赏脑区的协同（Hare et al., 2009），从而形成更高的正性结果效用。当自我控制通过途径 3 作用时，高自我控制的个体可能在决策阶段表现出更强的前额叶与工作记忆脑区的协同作用（Osaka et al., 2004），从而间接影响情绪脑区或者奖赏脑区的神经活动。

4. 研究 2 对于拖延行为的干预和理论具有哪些意义？请作者在“理论建构”中进行适当的扩展。

**修改说明：**感谢审稿人的建议，原稿中对于研究 2 的实践及理论价值阐述得都并不充分。

从应用角度而言，神经机制的揭示能够为神经干预提供作用靶点和理论指导。许多研究发现神经干预技术能够有效缓解负性情绪或冲动行为。例如，利用直流电刺激（tDCS）增

强背外侧前额叶能够提升调节消极情绪的效果 (Heeren et al., 2016; Ironside et al., 2019)。利用跨期选择的研究发现, 增强背外侧前额叶可以促使个体选择更多的远期大奖赏 (He et al., 2016), 而降低背外侧前额叶的活性则导致个体选择了更多的近期小奖赏 (Essex, Clinton, Wonderley, & Zald, 2012; Figner et al., 2010)。然而, 目前拖延的神经机制研究仍多依赖于静息态与结构态 fMRI (Chen, Liu, Zhang, Yu, & Feng, 2021; Zhang, Liu, & Feng, 2019), 无法提供精细的参照靶点。而研究 2 所开发的实验室范式将能帮助每名拖延个体定位各自的神经靶点。随着个性化干预的需求不断增长 (Klingsieck, 2013), 更有针对性的神经刺激有望成为未来拖延干预的未来趋势。

从理论角度而言, 神经机制能够深化对自我控制作用机制的理解。自我控制有着复杂的内在结构, 难以用单一的定义进行描述。例如, 研究者们认为抑制优势反应 (Nederkoom, Houben, Hofmann, Roefs, & Jansen, 2010)、抵制诱惑以延迟满足 (Mischel, 2014)、以及自我约束 (Muraven & Baumeister, 2000) 都依赖于自我控制的作用。自我控制概念的这种复杂性, 使得研究者难以从行为层面生动形象地阐述其作用机制。而认知神经科学中的双系统理论 (dual-system theories) 却有益于实现这一目标 (Evans & Stanovich, 2013; Hofmann, Friese, & Strack, 2009)。双系统理论认为大脑中存在两个不同的系统分别负责产生冲动和执行自我控制。总体而言, 双系统理论认为皮层下的区域, 包括中脑与边缘系统, 负责产生冲动, 并表征较近未来的快感和苦痛; 而位于前额叶的区域则负责执行自我控制, 并负责考虑长远的未来。由此可见, 结合认知神经科学的角度能够更好地研究自我控制如何减少拖延行为。

修改稿为了更清晰地体现出研究 2 的理论与实践价值, 在“理论构建”部分补充了如下内容:

神经机制的揭示能够加深对自我控制作用机制的理解。自我控制拥有复杂的内在结构, 难以从行为层面形象地揭示其作用机制。而认知神经科学中的双系统理论 (dual-system theories) 对则能够提供更为具体的视角 (Evans & Stanovich, 2013; Hofmann, Friese, & Strack, 2009)。双系统理论认为大脑中存在两个不同的系统分别负责产生冲动和执行自我控制。总体而言, 双系统理论认为皮层下的区域, 包括中脑与边缘系统, 负责产生冲动, 并表征较近未来的快感和苦痛; 而位于前额叶的区域则负责执行自我控制, 并负责考虑长远的未来。而自我控制减少拖延行为的机制可以通过两个系统的具体作用模式更清楚地体现。从应用角度而言, 神经机制的揭示能够为神经干预提供作用靶点。目前拖延的神经机制研究仍多依赖于静息态与结构态 fMRI (Chen et al., 2021; Zhang et al., 2019), 无法提供精细的参照靶点。本项目所开发的实验室范式将能帮助每名拖延个体定位各自的神经靶点。随着个性化干预的需求

不断增长 (Klingsieck, 2013), 更有针对性的神经刺激有望成为拖延干预的未来趋势。

5. 部分语言表达还可以精炼, 例如“个体只有在足够临近结果的截止日期时才会充分地意识到远期结果的价值”, 其中“结果”重复出现, 可以删除。

**修改说明:** 感谢审稿人的细心指正, 修改稿已删除了不必要的重复内容。为了减少语言错误给阅读带来不必要的麻烦, 修改稿已对表达做了再三的检查。

6. 重要的相关文献建议补充, 如“风险条件下的跨期选择. 心理科学进展”、“时间分解效应及其对跨期决策的影响. 心理学报”。

**修改说明:** 感谢审稿人对文献的补充, 修改稿在“理论建构”部分补充了以上文献, 作为多因素混合的复杂情景的研究示例。

7. 研究设想的科学意义与实验意义是重中之重。除了对于先前理论的补充之外, 本研究的其他理论意义以及实践意义也应该进一步强调。可以在理论构建部分的结尾再次总结并阐述本研究的重要意义。

**修改说明:** 感谢审稿人的建议, 为了扩展讨论本项目的实践及理论意义, 修改稿补充讨论了拖延研究与决策领域的关系。具体内容如下:

本项目是将决策理论应用于现实情景的一种尝试。以往的决策研究往往关注时间、概率等单一因素的理想化情景。然而, 现实生活往往涉及多种因素混合的复杂情景 (刘扬 & 孙彦, 2016; 孙彦, 2011)。本项目所关注的拖延行为便是如此。例如, 过程效用与结果效用便对应了“损失”和“收益”的混合。另外, 由于过程与结果兑现的时间不同, 此情况也对应了复合时间点的决策情景。从决策研究的角度而言, 与现实情景的结合也有助于提出新的研究问题。例如, 过程效用是持续的, 而结果效用是相对瞬时的。人们如何编码持续的奖赏? 如何基于此并做出决策? 这些问题仍有待于更深入的研究。

在结尾处, 文章再次总结了本项目的的主要内容及理论与应用价值。具体内容如下:

综合而言, 本项目将基于时间决策模型中“现在做还是以后做”的决策机制, 从认知机制和神经基础两个方面系统地考察“自我控制如何减少拖延决策”。在理论方面, 本项目能够将自我控制失败对拖延行为的解释纳入到时间决策模型的理论框架中。在实践方面, 本项目能够为设计新的拖延干预方案提供理论和实践指导。其中, 认知机制的研究成果能够帮助设计基于自我控制策略的行为训练方案, 而神经基础的研究成果能够为神经刺激及神经反馈

训练等干预手段提供更精确和个性化的作用靶点。

## 参考文献

- 刘扬, 孙彦. (2016). 时间分解效应及其对跨期决策的影响. *心理学报*, 48(4), 362-370.
- 孙彦. (2011). 风险条件下的跨期选择. *心理科学进展*, 19(1), 28-34.
- Benoit, R. G., Gilbert, S. J., & Burgess, P. W. (2011). A neural mechanism mediating the impact of episodic prospection on farsighted decisions. *Journal of Neuroscience the Official Journal of the Society for Neuroscience*, 31(18), 6771-6779.
- Chen, Z., Liu, P., Zhang, C., Yu, Z., & Feng, T. (2021). Neural markers of procrastination in white matter microstructures and networks. *Psychophysiology*, 58(5), e13782.
- Essex, B. G., Clinton, S. A., Wonderley, L. R., & Zald, D. H. (2012). The impact of the posterior parietal and dorsolateral prefrontal cortices on the optimization of long-term versus immediate value. *Journal of Neuroscience*, 32(44), 15403-15413.
- Figner, B., Knoch, D., Johnson, E. J., Krosch, A. R., Lisanby, S. H., Fehr, E., & Weber, E. U. (2010). Lateral prefrontal cortex and self-control in intertemporal choice. *Nature Neuroscience*, 13(5), 538-539.
- Hare, T. A., Camerer, C. F., & Rangel, A. (2009). Self-control in decision-making involves modulation of the vmPFC valuation system. *Science*, 324(5927), 646-648.
- He, Q., Chen, M., Chen, C., Xue, G., Feng, T., & Bechara, A. (2016). Anodal stimulation of the left DLPFC increases IGT scores and decreases delay discounting rate in healthy males. *Frontiers in Psychology*, 7, 1421.
- Heeren, A., Billieux, J., Philippot, P., De Raedt, R., Baeken, C., de Timary, P., . . . Vanderhasselt, M.-A. (2016). Impact of transcranial direct current stimulation on attentional bias for threat: A proof-of-concept study among individuals with social anxiety disorder. *Social cognitive and affective neuroscience*, 12(2), 251-260. doi:10.1093/scan/nsw119
- Ironside, M., Browning, M., Ansari, T. L., Harvey, C. J., Sekyi-Djan, M. N., Bishop, S. J., . . . O'Shea, J. (2019). Effect of prefrontal cortex stimulation on regulation of amygdala response to threat in individuals with trait anxiety: A randomized clinical trial. *JAMA Psychiatry*, 76(1), 71-78. doi:10.1001/jamapsychiatry.2018.2172
- Klingsieck, K. B. (2013). Procrastination: When good things don't come to those who wait. *European Psychologist*, 8(7), 386-386.
- Kurth, F., Zilles, K., Fox, P. T., Laird, A. R., & Eickhoff, S. B. (2010). A link between the systems: Functional differentiation and integration within the human insula revealed by meta-analysis. *Brain Structure and Function*, 214(5), 519-534.
- Mischel, W. (2014). The marshmallow test: Mastering self-control. *J Clin Psychiatry*, 76(11), e1478. <https://doi.org/10.4088/JCP.15bk10118>
- Morawetz, C., Bode, S., Derntl, B., & Heekeren, H. R. (2017). The effect of strategies, goals and stimulus material on the neural mechanisms of emotion regulation: A meta-analysis of fMRI studies. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 72, 111-128.
- Muraven, M., & Baumeister, R. F. (2000). Self-regulation and depletion of limited resources: Does self-control resemble a muscle? *Psychological bulletin*, 126(2), 247-259.
- Nederkoorn, C., Houben, K., Hofmann, W., Roefs, A., & Jansen, A. (2010). Control yourself or just eat what you like? Weight gain over a year is predicted by an interactive effect of response inhibition and implicit preference for snack foods. *Health Psychology*, 29(4), 389-393.

- Osaka, N., Osaka, M., Kondo, H., Morishita, M., Fukuyama, H., & Shibasaki, H. (2004). The neural basis of executive function in working memory: an fMRI study based on individual differences. *Neuroimage*, *21*(2), 623-631.
- Peters, J., & Büchel, C. (2010). Episodic future thinking reduces reward delay discounting through an enhancement of prefrontal-mediocortical interactions. *Neuron*, *66*(1), 138-148.
- Sirois, F., & Pychyl, T. (2013). Procrastination and the Priority of Short - Term Mood Regulation: Consequences for Future Self. *Social & Personality Psychology Compass*, *7*(2), 115-127.
- Stawarczyk, D., & D'Argembeau, A. (2015). Neural correlates of personal goal processing during episodic future thinking and mind - wandering: An ALE meta - analysis. *Human Brain Mapping*, *36*(8), 2928-2947.
- Zhang, S., Liu, P., & Feng, T. (2019). To do it now or later: The cognitive mechanisms and neural substrates underlying procrastination. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, e1492.
- Zhang, S., Verguts, T., Zhang, C., Feng, P., Chen, Q., & Feng, T. (2021). Outcome value and task aversiveness impact task procrastination through separate neural pathways. *Cerebral Cortex*, in press. doi:bhab053
- 

## 第二轮

### 编委意见：

本论文计划借助脑成像技术，对自我控制减少拖延行为的认知及脑机制进行考察。同时，本论文还计划利用神经刺激技术，构建新的拖延行为干预方案并对其有效性进行证明。本论文整体框架清晰，研究思路明确。