

# The Relationship between Working Memory Capacity and Insight Problem Solving

Junnan Li, Bin Ma, Bingbing Yang

Faculty of Psychology, Southwest University, Chongqing  
Email: 736051497@qq.com

Received: Dec. 25<sup>th</sup>, 2018; accepted: Jan. 7<sup>th</sup>, 2019; published: Jan. 14<sup>th</sup>, 2019

---

## Abstract

Working memory capacity (WMC) is an important indicator of individual cognitive ability and is often used to reflect the individual's working memory ability. Insight is part of convergent thinking (CT) and is a reflection of creative thinking. In the past research, there has not been a unified conclusion on whether the working memory capacity will affect the solution of insight problem. In the present study, we start from the controversy that the insight problem solves belong to the general problem solving process or the special problem solving process, and to sort out the relationship between working memory capacity and insights. Finally, we analyze some of the shortcomings of relevant research and the reasons for the inconsistency of the research conclusions. A future outlook is made based on the current research status.

## Keywords

Working Memory Capacity, Insight Problem, General Problem Solving Process, Special Problem Solving Process

---

# 工作记忆容量与顿悟问题解决的关系

李俊楠, 马 斌, 杨兵兵

西南大学心理学部, 重庆  
Email: 736051497@qq.com

收稿日期: 2018年12月25日; 录用日期: 2019年1月7日; 发布日期: 2019年1月14日

---

## 摘 要

工作记忆(Working memory, WM)是个体认知能力的一个重要指标, 在研究中往往采用工作记忆容量

(Working memory capacity, WMC)来体现个体的工作记忆能力大小, 顿悟属于聚合思维(Convergent Thinking, CT)的一部分, 是创造性思维的一种体现。在以往研究中对于工作记忆容量大小是否会影响顿悟问题解决一直没有得到一个统一的结论, 本文从顿悟问题解决属于一般问题解决过程还是属于特殊问题解决过程的争议出发, 对工作记忆容量与顿悟问题解决的关系进行梳理, 分析相关研究存在的一些不足以及造成研究结论不统一的原因, 最后结合当前的研究现状对未来研究进行了一个展望。

## 关键词

工作记忆容量, 顿悟问题, 一般问题解决过程, 特殊问题解决过程

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 工作记忆与工作记忆容量

工作记忆(Working Memory, WM)是一个对当前的任务信息进行暂时储存和加工的容量有限的记忆系统, 与我们日常的学习活动有着紧密的关系, 个体之间工作记忆的差异往往是导致个体之间认知能力存在差异的主要因素之一(Conway, Cowan, Bunting, Theriault, & Minkoff, 2002; Conway, Kane, & Engle, 2003; Engle, Tuholski, Laughlin, & Conway, 1999)。目前被广泛接受的工作记忆模型由 Baddeley 和 Hitch 于 1974 年提出, 他们认为工作记忆的模型主要由 3 个部分组成, 分别是语音环路、视空画板和中央执行系统, 此后 Baddeley 在 2000 年又为此模型加入了第四部分: 情景缓冲器(Baddeley, 2000)。

工作记忆容量(Working Memory Capacity, WMC)是评价个体工作记忆能力的一个指标。工作记忆容量的测量大部分采用的是复杂广度任务, 比较常见的复杂广度任务有阅读广度任务(Reading Span Task, Rspan)、操作广度任务(Operating Span Task, Ospan)、对称广度任务(Symmetry Span Task, Sysan) (Daneman & Carpenter, 1980; Engle, 1989; Shah, & Miyake, 1996), 它们需要被试在执行认知任务的同时记住一些数字或者字母信息, 这种任务范式统称为双任务范式。工作记忆的刷新能力也是评价工作记忆能力的指标之一, 但是在某些方面也可以反映出个体的工作记忆容量(Wilhelm et al., 2013), 在工作记忆刷新能力测量方面, 使用较多的实验范式是 n-back 任务(McElree, 2001; Owen et al., 2005), 该实验范式要求被试将刚刚出现过的刺激与前面第 n 个刺激进行比较, 通过控制当前刺激与目标刺激之间的间隔个数来操纵负荷。

## 2. 顿悟与顿悟问题

顿悟是聚合思维(Convergent Thinking, CT)能力的一种体现, 是创造性的一部分, 指一种明显的, 突然灵光一闪的体验。顿悟问题的解决过程会伴随着一种突然的、“啊哈”式的体验, 这种过程不同于一般的算法问题解决需要一步一步的过程才能得到答案, 具有意外性和突然性(Davidson, 1995)。在当前的研究中, 研究者们往往把顿悟问题解决的过程看作是一种对问题进行重构的过程(Ohlsson, 1984a, 1984b; Ash & Wiley, 2006), 主要有两种理论去解释这种重构的发生: 一是选择理论, 这一理论强调重构的发生以及最终问题的解决是个体对一些问题元素以及这些元素的组合进行选择, 同时选择性的忽略一些与解决问题无关的问题元素, 重构能力强的个体往往会对这些问题元素和问题元素的组合进行更多的正确的选择(Davidson, 1995); 二是“机遇”理论(e.g., Seifert et al., 1995), 这一理论强调对问题解决有利元素出现的时机性, 当这些元素适时地与问题的一些表征联系到一起时, 问题便能得到成功解决。

在顿悟问题分类方面, Dow 和 Mayer (2004)的研究提出, 顿悟问题可以分为言语类顿悟问题、算术类顿悟问题、空间类顿悟问题(Dow & Mayer, 2004), 这一分类主要从问题的表征方式上进行分类, 是一种比较直观的分类, 也被称为经典分类(Chu & Macgregor, 2011)。但随着研究的需要以及为了在顿悟问题的解决过程中对一些无关变量控制更为严格, 研究者们对顿悟问题的种类进行了延伸, 常见的这些新近的顿悟问题有火柴棍算式问题(Knöblich et al., 1999)、远距离联想问题(Compound Remote Associates, CRA) (Bowden & Jung-Beeman, 2003a) 以及谜语拼图问题(MacGregor & Cunningham, 2008)。

### 3. 工作记忆容量与顿悟问题解决的关系

长久以来, 对于顿悟问题的解决过程属于普通问题的解决过程还是属于特殊问题的解决过程一直存在争议。目前, 主要有两方面的观点, 一是认为顿悟问题的解决过程与算法问题(比如解一元一次方程)一样属于普通的问题解决过程, 有特定的步骤和方法, 高工作记忆容量者将会具有更好的顿悟问题解决能力; 二是认为顿悟问题的解决过程与普通算法问题解决过程不同, 是一种特殊问题解决的过程, 工作记忆在顿悟问题的解决过程中不会起到任何作用, 甚至高工作记忆容量者表现出较差的顿悟问题解决能力。

#### 3.1. 高工作记忆容量促进顿悟问题的解决

持普通问题解决过程观点的研究者们认为顿悟问题的解决过程与算法问题解决的过程一样, 同样需要相应的认知成分以及注意的参与, 因此高工作记忆能力者在顿悟问题的解决上具有更好的表现 (Bowden, Beeman, Fleck, & Kounios, 2005; Chein & Weisberg, 2014; Ohlsson, 2011; Schooler, Ohlsson, & Brooks, 1993); 一些研究表明, 工作记忆容量对于顿悟问题的解决有一个预测的作用。例如 Chein 在 2010 年的一个关于九点问题的实验研究中发现, 高空间工作记忆容量的个体更倾向于打破固有的思维定势, 跳出常规思维找到其他有利的线索(Chein, Weisberg, Streeter, & Kwok, 2010), 他们认为高容量的个体有更好的前瞻能力, 可以在头脑中对图形进行更多的前瞻性操作, 因此高空间工作记忆容量的个体会更快的想到正确的答案。另一方面, 高工作记忆容量的个体往往被认为具有更好的执行控制能力, 但在一项研究中发现, 顿悟问题的解决并不仅与个体的执行控制能力有关, 工作记忆容量也在顿悟问题解决过程中起到了举足轻重的作用, 更加说明了顿悟问题与工作记忆解决的关系是一个直接的关系, 并不会受其他因素的影响(Gilhooly & Fioratou, 2009)。相类似的实验中, Edward (2016)的研究通过控制智力在顿悟问题解决过程中的影响, 也发现了一个工作记忆容量与顿悟问题解决的相关性, 证明了工作记忆容量对顿悟问题解决具有一个促进作用(Edward, Zak, & Gruszka, 2016)。在另外一个研究中, 研究者从相关眼动研究中也发现了高工作记忆的个体更有利于在解决顿悟问题中保持更好的注意力, 以及具有更有利于顿悟问题解决的眼动轨迹(Yeh et al., 2014)。

#### 3.2. 高工作记忆容量阻碍顿悟问题的解决

持特殊问题解决过程观点的研究者们认为顿悟问题的解决过程是一个特殊的过程, 这一过程的发生是一种突然并且随机的(Ball & Stevens, 2009; Chein, Weisberg, Streeter, & Kwok, 2010; Chronicle, MacGregor, & Ormerod, 2004), 高工作记忆容量的个体由于具有较强的注意监控能力, 导致在解决顿悟问题的时候过于集中于当前问题本身, 难以跳出问题本身对问题进行一个有效的重构。另外一方面, 高工作记忆容量的个体在问题的初始表征阶段, 比如对于问题题目的理解、阅读题目的速度等会优于低工作记忆容量的个体, 而在顿悟问题解决的关键阶段, 比如重构阶段和问题解决阶段, 高工作记忆容量的个体往往会倾向用更为复杂的算法和思考的方式去解决顿悟问题, 而低工作记忆容量的个体更偏向于简单但

有效的方法去解决顿悟问题, 结合顿悟问题本身具有的一些特性, 在顿悟问题解决上, 低工作记忆容量的个体往往有更好的表现(Beilock & DeCaro, 2007; DeCaro et al., 2008; Gaissmaier et al., 2006; Wolford et al., 2004)。Marci S & DeCaro 在 2016 年的一项研究中, 实验一把火柴棍问题区分成顿悟型和非顿悟型的火柴棍问题, 结果发现高工作记忆容量的个体在顿悟型火柴棍问题上表现出更低的正确率, 在实验二中收集了言语类顿悟问题和言语类算法问题, 经过统计控制, 发现工作记忆容量对于言语类顿悟问题和言语类算法问题的初始表征有正向的预测, 而在顿悟问题的解决阶段又再一次发现工作记忆容量对顿悟问题的解决具有负向的预测(Decaro, Van Stockum, & Wieth, 2016)。除此, 其他研究者也同样发现了工作记忆容量对于顿悟问题解决具有负向的预测作用(Jarosz et al., 2012; Reverberi et al., 2005; Wieth & Zacks, 2011; Wiley & Jarosz, 2012b)。除了高工作记忆容量对顿悟问题的解决有一个负向的预测以外, 一些研究者还发现工作记忆容量只与普通算法问题有相关性, 而与顿悟问题没有直接的相关性(Ash & Wiley, 2006; Fleck, 2008; Gilhooly & Murphy, 2005)。

#### 4. 不同结果原因分析

关于工作记忆容量与顿悟问题之间的关系国内外至今仍然没有得到一个统一的结论, 除了顿悟问题不同于普通算法问题, 具有一定的特殊性以外, 在以往对顿悟问题的研究中, 研究者往往在研究中只采用单一类型的顿悟问题进行研究, 比如 DeCaro 在 2015 年的研究中只使用了火柴棍问题作为研究中的顿悟问题(DeCaro et al., 2016); De Dreu 在 2012 年的研究中只使用了远距离联想测验(Compound Remote Associates, CRA) (Mednick, 1962)任务作为研究中的顿悟问题(De Dreu et al., 2012)。另一方面, Marci S. DeCaro 在 2016 年的研究中发现工作记忆容量对于顿悟问题产生积极影响取决于顿悟问题和算法问题在初始表征方面的重合度, 这种重合度越大, 工作记忆对顿悟问题的影响也越大, 比如当顿悟问题类型为言语顿悟时, 对于顿悟题目的理解就需要参与更多的注意, 需要对顿悟问题题目本身进行一个初始表征, 就会发现工作记忆容量在顿悟问题解决中有一个积极的影响(Decaro, Van Stockum, & Wieth, 2016), 而通过对比以往关于工作记忆容量与顿悟问题的相关研究可以发现, 不同研究中的顿悟问题在问题的初始表征上都是不统一的, 因此这很可能是造成工作记忆与顿悟问题结果不一致的原因之一。另一方面, 在研究者的一些顿悟研究中, 往往采用的都是经典顿悟问题, 这些问题已经存在了很长的一段时间, 在顿悟感受度和顿悟问题熟悉度上的控制在不同研究中很难保持一致性。最后, 在以往研究中, 对于工作记忆容量的测量在不同的研究中都会有很大的不同, 主要表现在工作记忆容量测量的类型上不同, 表现为一些研究中测量的是空间工作记忆, 而另外一些研究中测量的是言语工作记忆, 这一不同又会导致工作记忆类型与顿悟类型上匹配性的不同从而造成研究结论的不统一。

#### 5. 小结与展望

工作记忆作为我们认知能力一个重要指标, 与智力、注意监控能力等等有着密切的关系(Zabelina & Beeman, 2013), 从目前的研究来看, 研究者在研究工作记忆与顿悟问题解决关系的时候往往研究的是工作记忆容量与顿悟问题的关系, 在研究切入点和材料上都有很大的不同。本研究从顿悟问题属于一般问题解决过程还是属于特殊问题解决过程出发, 分析了可能造成当前研究结论不统一的原因, 并对今后的研究提出以下四点建议:

第一, 在研究工作记忆与顿悟问题解决关系的时候, 未来研究可以搜集不同类型的顿悟问题来进行研究, 而不是仅仅对单一类型顿悟问题进行研究。

第二, 以往研究很少考虑到工作记忆类型与顿悟问题类型的匹配性, 今后研究可以从类型匹配上去探索工作记忆与顿悟问题解决的关系。

第三,今后的研究在空间和算式类顿悟问题的选取上可以多采用 CRA 这样无关变量(题目长度一致、评分标准客观)控制更为严格的实验材料进行研究。

第四,目前的研究主要集中在工作记忆容量与顿悟问题解决能力关系上的探索,未来研究可以考虑从工作记忆能力的其他指标出发,比如工作记忆的刷新能力、抑制能力等,对工作记忆和顿悟问题解决关系进行更为全面的探索。

## 参考文献

- Ash, I. K., & Wiley, J. (2006). The Nature of Restructuring in Insight: An Individual Differences Approach. *Psychonomic Bulletin & Review*, 13, 66-73. <https://doi.org/10.3758/BF03193814>
- Baddeley, A. D. (2000). The Episodic Buffer: A New Component of Working Memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 417-423. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01538-2](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01538-2)
- Ball, L., & Stevens, A. (2009). Evidence for a Verbally-Based Analytic Component to Insight Problem Solving. In N. Taatgen, & H. J. van Rijn (Eds.), *Proceedings of the Thirty-First Annual Conference of the Cognitive Science Society* (pp. 1060-1065). Austin, TX: Cognitive Science Society.
- Bowden, E. M., & Jung-Beeman, M. (2003a). Aha! Insight Experience Correlates with Solution Activation in the Right Hemisphere. *Psychological Bulletin Review*, 10, 730-737. <https://doi.org/10.3758/BF03196539>
- Bowden, E. M., Beeman, M. J., Fleck, J., & Kounios, J. (2005). New Approaches to Demystifying Insight. *Trends in Cognitive Sciences*, 9, 322-328. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2005.05.012>
- Chein, J. M., & Weisberg, R. W. (2014). Working Memory and Insight in Verbal Problems: Analysis of Compound Remote Associates. *Memory & Cognition*, 42, 67-83. <https://doi.org/10.3758/s13421-013-0343-4>
- Chein, J. M., Weisberg, R. W., Streeter, N. L., & Kwok, S. (2010). Working Memory and Insight in the Nine-Dot Problem. *Memory & Cognition*, 38, 883-892. <https://doi.org/10.3758/MC.38.7.883>
- Chronicle, E. P., MacGregor, J. N., & Ormerod, T. C. (2004). What Makes an Insight Problem? The Roles of Heuristics, Goal Conception, and Solution Recoding in Knowledge-Lean Problems. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 30, 14-27. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.30.1.14>
- Chu, Y., & Macgregor, J. N. (2011). Human Performance on Insight Problem Solving: A Review. *Journal of Problem Solving*, 3. <https://doi.org/10.7771/1932-6246.1094>
- Conway, A. R. A., Cowan, N., Bunting, M. F., Theriault, D., & Minkoff, S. (2002). A Latent Variable Analysis of Working Memory Capacity, Short Term Memory Capacity, Processing Speed, and General Fluid Intelligence. *Intelligence*, 30, 163-183. [https://doi.org/10.1016/S0160-2896\(01\)00096-4](https://doi.org/10.1016/S0160-2896(01)00096-4)
- Conway, A. R. A., Kane, M. J., & Engle, R. W. (2003). Working Memory Capacity and Its Relation to General Intelligence. *Trends in Cognitive Sciences*, 7, 547-552. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2003.10.005>
- Daneman, M., & Carpenter, P. A. (1980). Individual Differences in Working Memory and Reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 19, 450-466. [https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(80\)90312-6](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(80)90312-6)
- Davidson, J. E. (1995). The Suddenness of Insight. In R. J. Sternberg, & J. E. Davidson (Eds.), *The Nature of Insight*, Cambridge, MA: MIT Press, 125-155.
- De Dreu, C. K. W., Nijstad, B. A., Baas, M., Wolsink, I., & Roskes, M. (2012). Working Memory Benefits Creative Insight, Musical Improvisation, and Original Ideation through Maintained Task-Focused Attention. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 38, 656-669. <https://doi.org/10.1177/0146167211435795>
- Decaro, M. S., Van Stockum, C. A., & Wieth, M. B. (2016). When Higher Working Memory Capacity Hinders Insight. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 42, 39-49. <https://doi.org/10.1037/xlm0000152>
- Dow, G. T., & Mayer, R. E. (2004). Teaching Students to Solve Insight Problems: Evidence for Domain Specificity in Creativity Training. *Creativity Research Journal*, 16, 389-402. <https://doi.org/10.1080/10400410409534550>
- Engle, R. W., Tuholski, S. W., Laughlin, J. E., & Conway, A. R. A. (1999). Working Memory, Short-Term Memory and General Fluid Intelligence: A Latent Variable Approach. *Journal of Experimental Psychology: General*, 128, 309-331. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.128.3.309>
- Fleck, J. I. (2008). Working Memory Demands in Insight versus Analytic Problem Solving. *European Journal of Cognitive Psychology*, 20, 139-176. <https://doi.org/10.1080/09541440601016954>
- Gilhooly, K. J., & Fioratou, E. (2009). Executive Functions in Insight versus Noninsight Problem Solving: An Individual Differences Approach. *Think Reason*, 15, 355-376. <https://doi.org/10.1080/13546780903178615>

- Gilhooly, K. J., & Murphy, P. (2005). Differentiating Insight from Noninsight Problems. *Thinking & Reasoning*, *11*, 279-302. <https://doi.org/10.1080/13546780442000187>
- Jarosz, A. F., Colflesh, G. J. H., & Wiley, J. (2012). Uncorking the Muse: Alcohol Intoxication Facilitates Creative Problem Solving. *Consciousness and Cognition*, *21*, 487-493. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2012.01.002>
- Knöblich, G., Ohlsson, S., Haider, H., & Rhenius, D. (1999). Constraint Relaxation and Chunk Decomposition in Insight Problem Solving. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *25*, 1534-1555.
- MacGregor, J. N., & Cunningham, J. B. (2008). Rebus Puzzles as Insight Problems. *Behavior Research Methods*, *40*, 263-268. <https://doi.org/10.3758/BRM.40.1.263>
- Mednick, S. A. (1962). The Associative Basis of the Creative Process. *Psychological Review*, *69*, 220-232. <https://doi.org/10.1037/h0048850>
- Nečka, E., Žak, P., & Gruszka, A. (2016). Insightful Imagery Is Related to Working Memory Updating. *Frontiers in Psychology*, *7*, 137.
- Ohlsson, S. (1984a). Restructuring Revisited: Summary and Critique of the Gestalt Theory of Problem Solving. *Scandinavian Journal of Psychology*, *25*, 65-78
- Ohlsson, S. (1984b). Restructuring Revisited: An Information Processing Theory of Restructuring and Insight. *Scandinavian Journal of Psychology*, *25*, 117-129.
- Ohlsson, S. (2011). *Deep Learning: How the Mind Overrides Experience*. New York, NY: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511780295>
- Owen, A. M., McMillan, K. M., Laird, A. R., & Bullmore, E. (2005). N-Back Working Memory Paradigm: A Meta-Analysis of Normative Functional Neuroimaging Studies. *Human Brain Mapping*, *25*, 46-59.
- Reverberi, C., Toraldo, A., D'Agostini, S., & Skrap, M. (2005). Better without (Lateral) Frontal Cortex? Insight Problems Solved by Frontal Patients. *Brain: A Journal of Neurology*, *128*, 2882-2890. <https://doi.org/10.1093/brain/awh577>
- Schooler, J. W., Ohlsson, S., & Brooks, K. (1993). Thoughts beyond Words: When Language Overshadows Insight. *Journal of Experimental Psychology: General*, *122*, 166-183. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.122.2.166>
- Seifert, C. M., Meyer, D. E., Davidson, N., Patalano, A. L., & Yaniv, I. (1995). Demystification of Cognitive Insight: Opportunistic Assimilation and the Prepared-Mind Perspective. In R. J. Sternberg, & J. E. Davidson (Eds.), *The Nature of Insight* (pp. 65-124). Cambridge, MA: MIT Press.
- Wieth, M. B., & Zacks, R. T. (2011). Time of Day Effects on Problem Solving: When the Non-Optimal Is Optimal. *Thinking & Reasoning*, *17*, 387-401. <https://doi.org/10.1080/13546783.2011.625663>
- Wiley, J., & Jarosz, A. (2012b). Working Memory Capacity, Attentional Focus, and Problem Solving. *Current Directions in Psychological Science*, *21*, 258-262.
- Wilhelm, O., Hildebrandt, A., & Oberauer, K. (2013). What Is Working Memory Capacity, and How Can We Measure It? *Frontiers in Psychology*, *4*, 433.
- Yeh, Y.-C., Tsai, J.-L., Hsu, W.-C., & Lin, C. F. (2014). A Model of How Working Memory Capacity Influences Insight Problem Solving in Situations with Multiple Visual Representations: An Eye-Tracking Analysis. *Thinking Skills and Creativity*, *13*, 153-167. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2014.04.003>
- Zabelina, D. L., & Beeman, M. (2013). Short-Term Attentional Perseveration Associated with Real-Life Creative Achievement. *Frontiers in Psychology*, *4*, 191. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00191>

### 知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2160-7273, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: [ap@hanspub.org](mailto:ap@hanspub.org)