

# 工作记忆容量及影响因素

## ——来自元分析的证据

张靖宇<sup>1</sup>, 高超<sup>2</sup>, 陈 栩<sup>1</sup>, 周李文渊<sup>1</sup>, 时明健<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>豫章师范学院学前教育学院, 江西 南昌

<sup>2</sup>潍坊学院教师教育学院, 山东 潍坊

<sup>3</sup>中国人民解放军海军大连舰艇学院政治军官教育培训部, 辽宁 大连

收稿日期: 2025年4月16日; 录用日期: 2025年8月25日; 发布日期: 2025年9月8日

### 摘 要

工作记忆容量作为个体的基本心理功能, 其具体表现会受到多种因素的影响。运用元分析方法考察个体工作记忆容量及其影响因素, 通过系统检索多种数据库, 最终搜集2000~2024年国内外工作记忆容量相关研究的专业文献100篇, 总样本量29014。用CMA3.3.7与R4.4.1进行主效应分析与调节效应检验。研究表明: (1) 工作记忆容量的MEAN主效应量为0.780; (2) 认知负荷、子系统调节变量, 文化背景不是调节变量。由此得出结论, 认知负荷与工作记忆子系统会影响工作记忆容量, 文化背景不会影响工作记忆容量。

### 关键词

工作记忆容量, 工作记忆理论, 元分析, 调节效应

# Working Memory Capacity and Its Influence Factors

## —Evidence from a Meta-Analysis

Jingyu Zhang<sup>1</sup>, Chao Gao<sup>2</sup>, Xu Chen<sup>1</sup>, Wenyuan Zhou<sup>1</sup>, Mingjian Shi<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Preschool Education College, Yuzhang Normal University, Nanchang Jiangxi

<sup>2</sup>Teacher Education College, Weifang University, Weifang Shandong

<sup>3</sup>Department of Political Officer Education and Training, PLA Dalian Naval Academy, Dalian Liaoning

Received: Apr. 16<sup>th</sup>, 2025; accepted: Aug. 25<sup>th</sup>, 2025; published: Sep. 8<sup>th</sup>, 2025

\*通讯作者。

文章引用: 张靖宇, 高超, 陈栩, 周李文渊, 时明健(2025). 工作记忆容量及影响因素. *心理学进展*, 15(9), 77-87.

DOI: 10.12677/ap.2025.159495

## Abstract

Working memory capacity is individual's basic psychological function, and its performance is affected by many factors. Individual's working memory capacity and its influence factors were investigated by using meta-analysis method. By systematically searching a variety of databases, 100 literatures about working memory capacity from domestic and overseas in 2000 to 2024 years old were collected, which sample size is 29014. The main effect and moderate effect were tested by CMA3.3.7 and R4.4.1 software. The results showed that: (1) the MEAN main effect size of individual's working memory capacity was 0.780; (2) Cognitive load and subsystem were the moderate variables, culture background was not the moderate variable. It is concluded that cognitive load and working memory subsystem affect working memory capacity, while cultural background does not affect working memory capacity.

## Keywords

Working Memory Capacity, Working Memory Theory, Meta-Analysis, Moderate Effect

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

## 1. 引言

工作记忆是指个体在进行认知活动时, 根据活动的需要, 从记忆系统中调取的处于当前活动状态下的某些必要信息; 且工作记忆系统包括中央执行系统及视觉空间模板、语音环和情境缓冲器等成分 (Baddeley, 2012)。还有学者提出, 工作记忆系统在认知活动中对相关信息的掌控存在容量阈值, 在该阈值之下, 相关信息能够得到有效的加工, 而超出阈值的部分则无法进入到认知活动过程中来; 因此在某项任务中, 个体在使用该系统进行相关信息的加工时, 能正确进行加工的总信息量占比, 就代表了个体的工作记忆容量 (Olivers & Meeter, 2008)。由此可见, 工作记忆容量作为个体心理重要心理功能, 成分和表现均比较复杂, 因此为了明确工作记忆容量及影响因素, 学者们开展了一系列研究。

## 2. 工作记忆容量相关研究

### 2.1. 认知负荷对工作记忆容量的影响

有研究指出, 认知负荷水平会影响工作记忆容量 (Ninomiya et al., 2024)。如在低认知负荷水平 ( $N = 0$  或 1) 的  $N$ -back 范式中, 个体呈现高水平的工作记忆容量, 通常超过 95% 的相关信息会保留下来 (李旭等, 2022; Gallant et al., 2020)。但在较低的认知负荷水平下, 个体较高的工作记忆容量, 可能是天花板效应的体现, 毕竟在低认知负荷水平下, 刺激以 300 ms 左右的时间间隔进行呈现, 工作记忆信息几乎是被即时提取的, 这可能造成个体在该条件下工作记忆容量极高, 也就导致了天花板效应 (Dede et al., 2014)。所以为了避免天花板效应, 学者们会选择在  $N$ -back 范式中加大认知负荷水平 ( $N$  不小于 2), 如有的研究发现 2-back 范式中个体工作记忆容量一般在 0.78~0.88 之间 (Lejbak et al., 2011; 陈晨等, 2023); 而在 3-back 范式中, 个体的工作记忆容量会比在 2-back 范式中的更低 (Blanchard et al., 2011; 郭伟等, 2012), 但也有部分研究证实, 个体在 2-back 与 3-back 范式中工作记忆容量的差异并不能达到显著水平 (孔繁昌等, 2023)。那么从现有研究结果上看, 个体在 2-back 范式中的工作记忆容量要高于在 3-back 范式中的工作记忆容

量,但并不能完全排除被试在 2-back 与 3-back 范式中工作记忆容量基本相同的可能。还有少量研究使用更高水平的认知负荷,如在 4-back 范式中,个体的工作记忆容量会更进一步的降低(Mashal & Metzuyan-Gorelick, 2019),然而在  $N$ -back 范式中过高水平的认知负荷可能会出现地板效应并影响研究结果(Frederick, 2000),因此  $N$  值在 3 以上的研究结果通常只作为工作记忆容量的相对参考。但以上的研究足以说明,在  $N$ -back 范式中,随着范式中认知负荷水平的提升,个体的工作记忆容量会呈现出明显的下降趋势。

## 2.2. 工作记忆子系统对工作记忆容量的影响

根据 Baddeley 的观点,个体使用视觉空间模板和语音环两个子系统分别处理视觉空间信息和语音信息,2 个子系统在处理相对应的工作记忆信息时,其工作记忆容量各有特征(Baddeley, 2012)。如有的研究指出,当个体使用视觉空间模板进行信息处理加工时,其工作记忆容量通常在 0.45~0.88 之间(吴云霞等, 2024; Li et al., 2019);当个体使用语音环进行相同操作时,则工作记忆容量通常会在 0.51~0.95 之间(吴云霞等, 2024; Lin et al., 2020)。从总体上看,视觉空间模板的工作记忆容量的下限与上限均较语音环的稍低,这可能说明在工作记忆容量上,视觉空间模板不如语音环。同时,还有部分学者坚持以综合性方式来看待工作记忆系统的信息加工过程,他们采用双任务范式来对个体工作记忆容量进行研究,结果发现在双任务范式中,被试工作记忆容量要比单任务范式中更低,这说明了当个体同时使用语音环以及视觉空间模板进行信息加工时,会使工作记忆容量出现更明显下降(Israel et al., 2015; Jaeggi et al., 2010)。上述研究基本说明,当个体利用工作记忆系统进行相关信息的加工处理时,使用不同的子系统会造成工作记忆容量的差异,当两个子系统同时进行任务信息的处理时,工作记忆容量的变化会更加明显。

## 2.3. 文化背景对工作记忆容量的影响

宏观上,文化背景可分为东方文化背景和西方文化背景(McFarland & Wehbe-Alamah, 2019)。诸多研究证明,处于不同文化背景下的个体在价值观、决策等方面均存在显著差异(Güler et al., 2023),即文化背景会明显影响个体的外显行为,至于对于个体心理功能的影响,相关研究则比较鲜见。但从相关研究中可知,当国内外学者对工作记忆容量进行研究时,通常会采用便宜抽样的方式,就近收集被试进行实验,因此研究中的个体就会带有所属地的文化背景特征,这就可能会影响个体工作记忆容量。如处于东方文化背景下的个体工作记忆容量在 0.88~0.93 之间(郭文欣等, 2023; 张炆等, 2021),而处于西方文化背景下的个体工作记忆容量约 0.82~0.92 之间(Lamichhane et al., 2020; Gajewski et al., 2018),上述 2 个文化背景的工作记忆容量范围存在交集,推测处于不同文化背景下的个体工作记忆容量确有差异,但具体结果如何,还需要进一步的分析。

总的来说,对于近几十年工作记忆容量的相关研究,涉及的内容相当广泛。学者们相对全面的考查了多个可能会对工作记忆容量产生影响的因素,并取得了丰富的研究成果。从研究结果上看,诸多的研究能得出一个相对统一的结论,但同时又出现相异的结果,有的研究内容在结果上争议颇多,尚未达成一致意见,还有的研究方向尚未正式进入到学者们的视线中,但现有的学术成果已给出明确的线索。因此,为了对 20 年来工作记忆容量的相关研究成果的争议之处做出一个相对合理的解释,并尝试根据现有研究对某些可能的研究方向做出探索性的拓展,那么在综合既往工作记忆容量相关研究的基础上,提出如下研究假设:(1) 认知负荷水平差异不会对工作记忆容量产生显著影响;(2) 子系统信息加工特点差异不会对工作记忆容量产生显著影响;(3) 文化背景差异不会对工作记忆容量产生显著影响。

## 3. 研究方法

### 3.1. 文献检索与筛选

从中国知网、超星数字图书馆、万方数据知识服务平台、维普资讯、中国国家图书馆、读秀学术搜

索、Google Scholar、Web of Science、Science Direct、PubMed Central、Research Gate、Springer Link、Sage 等数据平台对国内外有关工作记忆容量的相关研究文献进行检索，检索时间跨度为 2000~2024 年。检索条件为文题、关键词，检索词为：记忆、工作记忆、工作记忆容量、工作记忆理论、Baddeley、*N*-back、Memory、Working Memory、Working Memory Capacity、Theory of Working Memory。基于检索词的文献纳入标准如下：(1) 是基于行为实验的定量研究，并在研究中使用了 *N*-back 范式；(2) 明确报告了实验使用 *N*-back 范式中的 *N* 值且 *N* 值为 2 或 3 时对文献进行采用，明确报告了实验流程以及实验素材，是符号(如数字、字母、汉字)、位置还是图片，明确报告了是单任务范式还是多任务范式；(3) 明确报告了 *N*-back 范式中参与实验的具体人数以及相关人口学变量；(4) 明确报告了 *N*-back 实验中被试经过实验后的效应量；(5) 在基于上述 4 条检索规则筛选出的合格文献中，文献可使用英文或中文进行撰写，并要求能查阅到完整全文。根据上述检索规则，共检索文献 2923 篇，共计 100 篇文献符合要求，被试总数为 29014，独立效应量共计 213 个。其中 2-back 独立效应量 160 个，3-back 独立效应量 53 个；视觉空间模板独立效应量 55 个，语音环独立效应量 152 个，双系统独立效应量 6 个；东方文化背景独立效应量 134 个，西方文化背景独立效应量 79 个，文献检索的整个过程如图 1 所示。

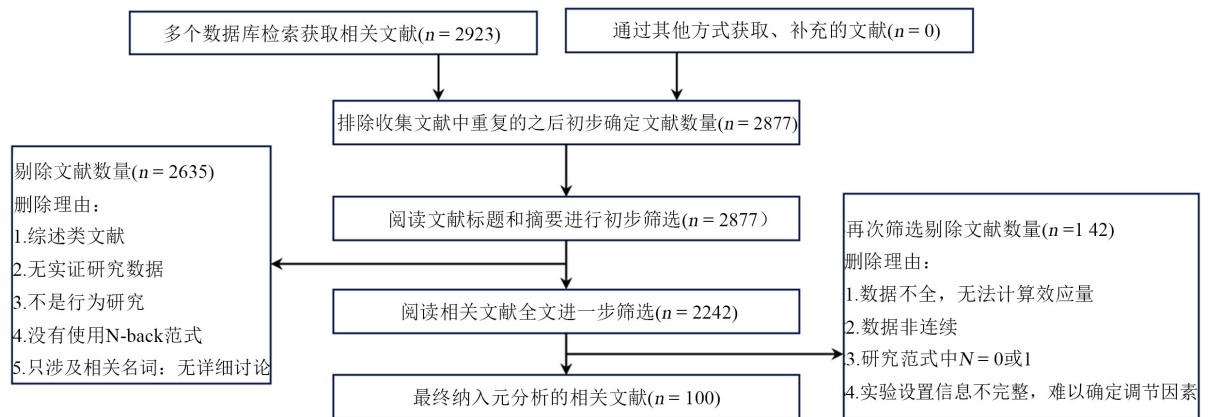


Figure 1. Diagram of incorporated literature into search process of Meta-analysis

图 1. 元分析纳入文献检索流程图

### 3.2. 变量编码

对选用的研究进行特征编码。研究范式为 *N*-back，其中代表认知负荷水平的 *N* 值为 2 或 3；子系统分为语音环、视觉空间处理模板以及双系统；文化背景分为东方与西方。效应量的产生以独立样本为单位，每个独立样本编码一次，如果文献中包含多个研究，则每个研究的效应量进行独立编码。当文献报告了研究相对应的被试人数、平均数、方差/标准差时，进行整体编码。同时为了保证编码的准确采用研究者前后编码效验的方法，在首次编码后两周随机抽取 20% 的数据再次进行独立编码，通过前后比对发现，编码不存在差异。

### 3.3. 数据处理

研究使用 CMA3.3.7 和 R4.4.1 对数据进行分析，在原始数据分析处理的过程中，会涉及到不同研究中的效应量选用不同的量纲，从而出现相异研究中相同效应量的量纲不同的情况。因此，需要把所有选用研究中的效应量进行量纲统一，具体方式为 *N*-back 任务中被试的工作记忆容量与对应的方差标准差全部处理为小数的形式，报告了正确回答数的，要根据研究中给出的总 trail 数来对工作记忆容量进行计算。同时在有些研究中因存在前后测的结果，需对前后测的对应数据的平均数与方差/标准差进行合成计算，

计算公式如下： $\bar{X}_T = \frac{\sum N_i X_i}{\sum N_i}$ ,  $\bar{S}_T = \sqrt{\frac{\sum N_i S_i^2 + \sum N_i d_i^2}{\sum N_i}}$ ,  $d_i = \bar{X}_T - \bar{X}_i$ ，其中  $X_T$  为总平均数， $X_i$  为各小组平均数， $N_i$  为各小组数据个数， $S_i$  为各小组标准差， $S_T$  为总的合成标准差(张厚粲，徐建平，2004, p. 90)。

在元分析效应量的选用上，采用算数平均数(MEAN)效应量作为个体工作记忆容量的指标，MEAN 作为统计计算中最为基础的统计量，有着最广泛的应用范围与最为简洁的说明意义(Sardanelli et al., 2019)。采用  $Q$  检验对数据进行异质性检验，当各研究同质时，采用固定效应模型，各研究异质时，采用随机效应模型。综合运用漏斗图(Funnel plot)、失安全系数(fail-safe  $N$ ,  $Nfs$ )、Begg 检验与 Egger's 检验进行发表偏倚的检查。

4. 研究结果

4.1. 异质性检验

异质性检验的结果表明(见表 1)，MEAN 效应量的  $Q$  值达到显著水平( $P < 0.001$ )，这说明元分析纳入的各研究效应量是异质的。从  $I^2$  值上分析，纳入的研究中 MEAN 效应量的 99.782% 观察变异是由效应量的真实差异造成的，随机误差造成的观察变异很小。当  $I^2$  值在 25%、50% 和 75% 时，分别表示低异质性，中异质性与高异质性(罗杰，冷卫东，2013, pp. 121-122)。纳入的研究中的 MEAN 效应量呈现出高异质性。因此需采用随机效应模型进行分析。

Table 1. Results of effect size heterogeneity test  
表 1. 效应值异质性检验结果

|      | $k$ | Heterogeneity |         |        | $Tau^2$ |       |       |
|------|-----|---------------|---------|--------|---------|-------|-------|
|      |     | $Q$           | $df(Q)$ | $I^2$  | $Tau^2$ | $SE$  | $Tau$ |
| MEAN | 213 | 97265.561***  | 212     | 99.782 | 0.019   | 0.007 | 0.139 |

注：\*表示  $P < 0.05$ ，\*\*表示  $P < 0.01$ ，\*\*\*表示  $P < 0.001$ ，下同。

4.2. 主效应检验

根据纳入研究的 213 个 MEAN 效应量进行主效应检验。结果表明，MEAN 主效应量达到 0.780，且 95% 置信区间不跨越 0 点。MEAN 主效应量越大，说明个体的工作记忆容量越大(见表 2)。

Table 2. Main effect test results of working memory capacity  
表 2. 工作记忆容量的主效应检验结果

|      | $k$ | $n$   | 效应值 95% 置信区间 |       |       | 双侧检验      | $Nfs$ |
|------|-----|-------|--------------|-------|-------|-----------|-------|
|      |     |       | 点估计          | 下限    | 上限    | $Z$       |       |
| MEAN | 213 | 29014 | 0.780        | 0.761 | 0.799 | 80.811*** | 19772 |

4.3. 调节效应检验

异质性检验  $Q$  值显著的结果，说明存在影响 MEAN 效应量的调节变量。对认知负荷、子系统以及文化背景进行调节效应分析。结果表明，上述 3 个调节变量中的 2 个对 MEAN 效应量有显著影响。其中认知负荷方面 MEAN 效应量大小顺序为 2-back > 3-back，子系统方面 MEAN 效应量大小顺序为语音环 > 视觉空间模板 > 双系统，文化背景方面调节效应不显著(见表 3)。

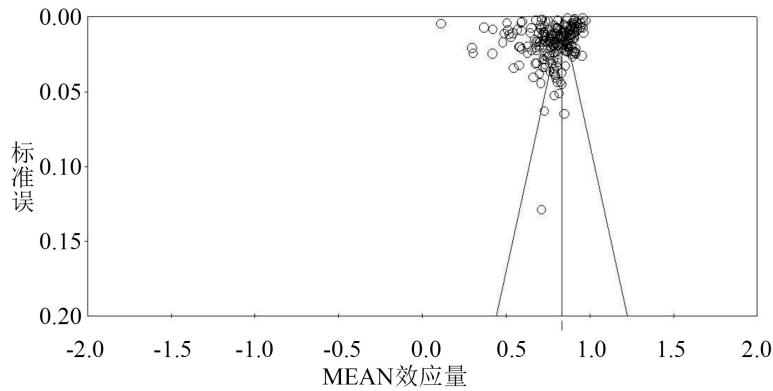
**Table 3.** Analysis of modulating effects of modulating variables on working memory capacity  
**表 3.** 调节变量对工作记忆容量的调节效应分析

| 调节变量 | 异质性分析       |           | 水平     | <i>k</i> | <i>n</i> | 效应值 95%置信区间 |       |       | 双侧检验<br><i>Z</i> |
|------|-------------|-----------|--------|----------|----------|-------------|-------|-------|------------------|
|      | <i>Q</i> 组间 | <i>df</i> |        |          |          | 点估计         | 下限    | 上限    |                  |
| 认知负荷 | 4.241*      | 1         | 2-back | 160      | 24405    | 0.790       | 0.767 | 0.814 | 65.577           |
|      |             |           | 3-back | 53       | 4609     | 0.749       | 0.717 | 0.780 | 46.127           |
| 子系统  | 8.462*      | 2         | 视觉空间模板 | 55       | 11280    | 0.769       | 0.743 | 0.795 | 57.935           |
|      |             |           | 语音环    | 152      | 16684    | 0.793       | 0.767 | 0.820 | 58.707           |
|      |             |           | 双系统    | 6        | 1050     | 0.551       | 0.379 | 0.723 | 6.271            |
| 文化背景 | 1.073       | 1         | 东方     | 134      | 8800     | 0.788       | 0.763 | 0.812 | 62.454           |
|      |             |           | 西方     | 79       | 20214    | 0.766       | 0.735 | 0.798 | 47.252           |

注：其中双系统指当被试进行双任务范式时，语音环与视觉空间模板同时激活的情况。

#### 4.4. 发表偏倚检验与分析

首先对发表偏倚漏斗图进行直观分析(见图 2)，可见大部分研究都集中在漏斗图的顶端，且基本重合，只有零星研究距离漏斗较远，这说明存在发表偏倚的可能性很小。其次，采用失安全系数法，根据 Rosenthal 的观点，失安全系数大于  $5k + 10$  ( $k$  为研究个数)，方可认为发表偏倚得到有效控制(Viechtbauer, 2007)。从表 1 可以看出，失安全系数大于  $5k + 10$ ，MEAN 效应量需要 19772 个相反的研究结果，才能推翻现有结论，提示纳入分析的文献选取情况较理想。对纳入分析的研究进行 Begg 检验( $df = 212, Z = 1.140, P = 0.254 > 0.05$ )与 Egger's 检验( $df = 212, Z = -1.228, P = 0.220 > 0.05$ )，同样表明不存在发表偏倚。综合以上指标，本研究的结果稳定，无发表偏倚。



**Figure 2.** Diagram of the funnel plot of publication bias  
**图 2.** 引入研究的发表偏倚漏斗图

### 5. 讨论

#### 5.1. 工作记忆容量

工作记忆容量一直以来是学者们关心的问题，因此研究者通过使用多种手段来考查个体的工作记忆容量及其可能的影响因素(Thomason et al., 2009)。在过去，学者们通常是在固定的认知负荷水平下研究工作记忆容量，如 2-back 工作记忆容量研究或 3-back 工作记忆容量研究(Lee et al., 2022; Turtola & Covey,

2021), 这就解释了为什么既往研究结果呈现出多样性的特征。但在既往工作记忆容量的相关研究中, 则十分鲜见对不同认知负荷水平下工作记忆容量进行整合计算的研究出现, 因此通过元分析的方法, 对这些研究结果进行汇总以及计算, 从而得出一个具有说明意义的效应量, 并尝试为研究提供线索。元分析的结果表明, 工作记忆容量的主效应量为 0.780, 这也就说当个体使用工作记忆系统时, 该系统能暂时保存全部相关信息的 78%。这说明至少在近二十年的相关研究中, 个体的工作记忆容量就是 0.780。同时  $I^2$  值表明, 各个研究之间存在明显的异质性现象, 这说明存在若干个因素会对个体的工作记忆容量产生影响, 因此, 需要对结果进行调节效应分析, 从而确定相关影响因素。

## 5.2. 影响工作记忆容量的调节因素

### 5.2.1. 认知负荷的调节效应

认知负荷能对个体的工作记忆容量产生显著的影响, 并且随着认知负荷水平的增高, 个体的工作记忆容量明显下降(Gao et al., 2024)。调节效应显著的结果表明, 个体在 2-back 条件下的工作记忆容量要显著的高于在 3-back 条件下的工作记忆容量。该结果基本上与既往研究相符, 即随着认知负荷的加大, 个体工作记忆容量会出现显著的衰减。资源限制理论指出, 个体进行信息加工时会消耗认知资源, 这种消耗存在于加工的整个过程中, 也就是说不仅信息加工时需要消耗认知资源, 同时在对抗影响信息加工的消极因素时也会消耗认知资源, 而个体在一定时间内的认知资源总量是有限的, 那么过强的消极影响因素就很可能对进行信息加工的认知资源产生挤兑, 从而影响了信息加工的效率(Kahneman, 1970; Kahneman, 1973, pp. 148-152)。因此个体为了尽量抑制消极因素对加工过程的影响, 会分配相应的认知资源进行处理, 当认知负荷水平提高时, 就相当于影响信息加工的消极因素增强(Kuriakose et al., 2024; Ploetzner, 2024), 那么个体就会分配更多的认知资源来拮抗认知负荷增强带来的消极影响, 这就可能导致信息加工过程上的认知资源分配不足, 那么个体就无法在工作记忆系统中处理足够多的信息, 这可能就会造成工作记忆系统信息加工效率下降, 从而表现出工作记忆容量下降的结果。而认知负荷水平越高, 就越需要消耗额外的认知资源进行拮抗, 那么记忆信息加工时认知资源就愈加不足, 从而出现了调节效应的结果, 即工作记忆容量随着认知负荷的加大而减小。

### 5.2.2. 子系统的调节效应

工作记忆系统进行信息的加工时, 会面对不同属性的记忆材料, 此时对应的子系统激活并处理对应属性的材料, 当记忆材料的属性比较复杂时, 语音环和视觉空间模板会同时激活并进行信息的加工(Belletier et al., 2021)。现有的研究已经证实, 个体在使用子系统对相应的记忆信息进行处理时, 其工作记忆容量是有差异的(Singh & Yathiraj, 2024), 调节效应的结果则证实了差异的显著性。当个体使用语音环对信息进行加工时, 其工作记忆容量要显著的高于使用视觉空间模板时的水平。这可能是由于工作记忆系统处理的相关信息无论其具体形式如何, 最终在脑中均会以语义编码的形式进行呈现(Murray et al., 2017), 因此可以认为个体在进行相关信息加工时, 对语义相关信息更为熟悉, 因此加工的效率会更高, 而语音环专门负责处理语音、语言类信息, 如数字、字母、单词、声音等(Baddeley et al., 1998), 上述这些信息均是构成语义的基础元素, 也就是说语音环处理的信息属性与信息在脑内呈现的编码属性基本相同, 那么在信息的转换上就是低损耗高效率的, 那么个体就可以把更多的认知资源分配到容量本身上来, 因此就解释了为什么语音环有最高的工作记忆容量; 当个体使用视觉空间模板处理记忆信息时, 该子系统接收的信息多为图片、位置等刺激, 与脑常用的信息编码迥然不同(Duff & Logie, 1999), 因此该系统运作时, 先要消耗认知资源把图片、位置信息转换成脑可识别的语义编码信息(Zhai et al., 2022), 这会挤兑该系统中用于记忆容量的认知资源, 造成工作记忆容量的下降, 这可能就是为什么该系统工作记忆容量

不如语音环。个体最低的工作记忆容量(约 55.1%)出现在需要语音环和视觉空间模板共同参与加工的情况下,这可能是因为当个体同时使用两个子系统进行记忆信息的加工时,两个系统会同时消耗认知资源,因此无论个体采用均衡策略还是偏重策略分配认知资源,总是会存在至少一个子系统处于认知资源不足的情况(Katus & Eimer, 2019),那么资源不足的子系统的工作效率就会下降,进而对相关记忆材料协同加工产生消极影响,从而使得双系统均激活的情况下个体工作记忆容量最低。

### 5.2.3. 文化背景的调节效应

在当今世界上,主要存在以盎格鲁-萨克森民族为主体的西方文化圈和以中华民族为主体的东方文化圈,其他文化圈多是这二者迁移和辐射的结果(Bisin & Verdier, 2001; Kinzig et al., 2004),而个体的某些心理功能也会受到其所在文化圈的影响(Shweder et al., 1990, pp. 130-204),并且现有研究表明不同文化背景下个体的工作记忆容量确有差异,所以工作记忆容量也可能会受到文化背景的影响。但调节效应结果不显著,这说明文化背景并不能影响个体工作记忆容量。这可能是因为工作记忆系统作为进行信息加工的基础系统,当面对需要进行加工的带有明显文化特征的信息时,系统会将这些信息进行高度抽象化的编码处理与贮存,这种贮存形式通常在效率上十分稳定,并因其高度的抽象性特征而不易受到其他因素的影响(Cowan et al., 2014)。根据调节效应的结果,处于东方/西方文化背景下的个体可能使用了相似的系统,这说明了个体某些心理功能可能具有跨文化一致性。这同时也说明了,虽然从表观层面上来看,两种文化背景下的个体有着明显的行为与观念差异,但从更基础的层面上看,也就是支撑这些行为表征与观念差异的心理功能上来看,两种文化背景下的个体并无本质上的不同,也就是说在工作记忆容量上,东西方文化背景下的个体可能有着相似的内部结构以及相似的信息编码方式,这说明人类个体在工作记忆容量上是共性大于个性的。

## 6. 展望

工作记忆容量作为个体重要的心理功能,会受到多种因素的影响(Nugroho et al., 2023)。调节效应的结果则证明了部分影响因素的显著性,如中高水平认知负荷( $N=2、3$ )对个体工作记忆容量的影响与差异,但对于低水平认知负荷( $N=0、1$ )如何影响个体的工作记忆容量,因低负荷水平下可能存在天花板效应(Dede et al., 2014),无法得出稳健结论,因此在未来的研究中,需进一步发展更为有效的研究方法,以期在低认知负荷水平下避免天花板效应,从而能更好地揭示低认知负荷水平下的工作记忆容量特征。现有研究主要集中在语音环与视觉空间模板的工作记忆容量表征上,调节效应说明二者差异显著,但对情境缓冲器的工作记忆容量研究鲜有涉猎,因此在今后的研究中应加大对情境缓冲器的研究投入,深入了解3个子系统的工作记忆容量规律;此外,现有研究主要集中于单一子系统工作记忆容量表征,但在现实生活中,个体对工作记忆系统的使用是综合性的,信息加工会有多个子系统参与,因此在未来的研究中,应进一步地丰富多个子系统参与下工作记忆容量表征相关研究,研究结果也会具有更好的生态效度。文化背景的影响体现在多个方面,但调节效应的结果表明,文化背景对工作记忆容量无影响,因此在未来的工作记忆容量研究中,就可不必对被试的文化背景做过多的考虑,这可以有效地提升研究的广度与采样范围,能让研究有着更好的普遍意义。

## 7. 结论

通过元分析对既往研究文献的分析,得出如下结论:个体工作记忆容量的 MEAN 主效应量为 0.780,并受调节变量的影响。当认知负荷为调节变量时,工作记忆容量大小为 2-back > 3-back;当子系统为调节变量时,工作记忆容量大小为语音环 > 视觉空间模板 > 双系统;当文化背景为调节变量时,调节效应不显著,工作记忆容量无差异。

## 基金项目

本文系军事类研究生资助课题“人格特质对急性心理应激状态下中外指挥员风险决策的影响”(项目编号: JY2023C152)的研究成果之一。

## 参考文献

- 陈晨, 任垒, 刘洪瑶, 李逢战, 宋磊, 张良, 杨群(2023). 同步经颅直流电刺激联合经皮耳迷走神经刺激对军校学员工作记忆的影响. *联勤军事医学*, 37(12), 1052-1056.
- 郭伟, 邹吉林, 高鑫, 周仁来(2012). 高、低考试焦虑者的工作记忆刷新功能: 任务负荷与刺激材料的影响. *中国特殊教育*, (7), 74-79.
- 郭文欣, 张微, 李雨茜(2023). 动作电子游戏玩家工作记忆优势的跨系统一致性: 一项近红外研究. *心理与行为研究*, 21(4), 454-463.
- 孔繁昌, 夏宇娟, 刘诏君, 王美茹, 李晓瑶(2023). 媒体多任务行为影响认知控制: 注意分散假说的证据. *心理科学*, 46(4), 865-872.
- 李旭, 丁琳洁, 孙晓军(2022). 任务无关刺激对不同年龄个体工作记忆的影响. *江汉大学学报(社会科学版)*, 39(2), 105-115+128.
- 罗杰, 冷卫东(2013). *系统评价/meta 分析理论与实践*. 军事医学科学出版社.
- 吴云霞, 周涛, 邵泓宁, 李文辉, 王小溪(2024). 不同认知风格小学生的言语和视觉空间工作记忆. *中国心理卫生杂志*, 38(8), 693-698.
- 张厚粲, 徐建平(2004). *现代心理与教育统计学(第2版)*. 北京师范大学出版社.
- 张炆, 杨玲, 张建勋, 牛禄霖, 苏红婷, 杜军红(2021). 社会奖赏对海洛因戒断者工作记忆刷新能力的影响. *中国临床心理学杂志*, 29(6), 1155-1158+1181.
- Baddeley, A. (2012). Working Memory: Theories, Models, and Controversies. *Annual Review of Psychology*, 63, 1-29. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-120710-100422>
- Baddeley, A., Gathercole, S., & Papagno, C. (1998). The Phonological Loop as a Language Learning Device. *Psychological Review*, 105, 158-173. <https://doi.org/10.1037/0033-295x.105.1.158>
- Belletier, C., Camos, V., & Barrouillet, P. (2021). Is the Cognitive System Much More Robust than Anticipated? Dual-Task Costs and Residuals in Working Memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 47, 498-507. <https://doi.org/10.1037/xlm0000961>
- Bisin, A., & Verdier, T. (2001). The Economics of Cultural Transmission and the Dynamics of Preferences. *Journal of Economic Theory*, 97, 298-319. <https://doi.org/10.1006/jeth.2000.2678>
- Blanchard, M. M., Chamberlain, S. R., Roiser, J., Robbins, T. W., & Müller, U. (2011). Effects of Two Dopamine-Modulating Genes (DAT1 9/10 and COMT Val/Met) on N-Back Working Memory Performance in Healthy Volunteers. *Psychological medicine*, 41, 611-618. <https://doi.org/10.1017/S003329171000098X>
- Cowan, N., Sauls, J. S., & Blume, C. L. (2014). Central and Peripheral Components of Working Memory Storage. *Journal of Experimental Psychology: General*, 143, 1806-1836. <https://doi.org/10.1037/a0036814>
- Dede, G., Ricca, M., Knilans, J., & Trubl, B. (2014). Construct Validity and Reliability of Working Memory Tasks for People with Aphasia. *Aphasiology*, 28, 692-712. <https://doi.org/10.1080/02687038.2014.895973>
- Duff, S. C., & Logie, R. H. (1999). Storage and Processing in Visuo-Spatial Working Memory. *Scandinavian Journal of Psychology*, 40, 251-259. <https://doi.org/10.1111/1467-9450.404124>
- Frederick, R. I. (2000). A Personal Floor Effect Strategy to Evaluate the Validity of Performance on Memory Tests. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 22, 720-730. <https://doi.org/10.1076/jcen.22.6.720.951>
- Gajewski, P. D., Hanisch, E., Falkenstein, M., Thönes, S., & Wascher, E. (2018). What Does the n-Back Task Measure as We Get Older? Relations between Working-Memory Measures and Other Cognitive Functions across the Lifespan. *Frontiers in Psychology*, 9, Article 2208. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02208>
- Gallant, S. N., Durbin, K. A., & Mather, M. (2020). Age Differences in Vulnerability to Distraction under Arousal. *Psychology and Aging*, 35, 780-791. <https://doi.org/10.1037/pag0000426>
- Gao, T., Liu, X., Geng, W., Yan, C., Wu, M., & Yang, L. (2024). The Effect of Reward Expectation on Working Memory of Emotional Faces under Different Levels of Cognitive Load: An ERP Study. *Experimental Brain Research*, 242, 769-780. <https://doi.org/10.1007/s00221-023-06776-6>

- Güler, A., Lee, R. C., Rojas-Guyler, L., Lambert, J., & Smith, C. R. (2023). The Influences of Sociocultural Norms on Women's Decision to Disclose Intimate Partner Violence: Integrative Review. *Nursing Inquiry*, 30, e12589. <https://doi.org/10.1111/nin.12589>
- Israel, M., Klein, M., Pruessner, J., Thaler, L., Spilka, M., Efanov, S. et al. (2015). *n*-Back Task Performance and Corresponding Brain-Activation Patterns in Women with Restrictive and Bulimic Eating-Disorder Variants: Preliminary Findings. *Psychiatry Research: Neuroimaging*, 232, 84-91. <https://doi.org/10.1016/j.psychresns.2015.01.022>
- Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Perrig, W. J., & Meier, B. (2010). The Concurrent Validity of the *n*-Back Task as a Working Memory Measure. *Memory*, 18, 394-412. <https://doi.org/10.1080/09658211003702171>
- Kahneman, D. (1970). Remarks on Attention Control. *Acta Psychologica*, 33, 118-131. [https://doi.org/10.1016/0001-6918\(70\)90127-7](https://doi.org/10.1016/0001-6918(70)90127-7)
- Kahneman, D. (1973). *Attention and Effort*. Prentice Hall.
- Katus, T., & Eimer, M. (2019). The Sources of Dual-Task Costs in Multisensory Working Memory Tasks. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 31, 175-185. [https://doi.org/10.1162/jocn\\_a\\_01348](https://doi.org/10.1162/jocn_a_01348)
- Kinzig, A. P., Warren, P., Martin, C., Hope, D., & Katti, M. (2004). The Effects of Human Socioeconomic Status and Cultural Characteristics on Urban Patterns of Biodiversity. *Ecology and Society*, 10, 585-607. <https://doi.org/10.5751/es-01264-100123>
- Kuriakose, T., Spoorthi, H. S., Apoorva, K. S., & Kulkarni, V. V. (2024). Comparison of Working Memory Performance Using Auditory *n*-Back Task in Adults Who Do and Do Not Stutter. *Journal of Indian Speech Language & Hearing Association*, 38, 19-23. [https://doi.org/10.4103/jisha.jisha\\_17\\_23](https://doi.org/10.4103/jisha.jisha_17_23)
- Lamichhane, B., Westbrook, A., Cole, M. W., & Braver, T. S. (2020). Exploring Brain-Behavior Relationships in the *n*-Back Task. *NeuroImage*, 212, Article 116683. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2020.116683>
- Lee, M. D., Mistry, P. K., & Menon, V. (2022). A Multinomial Processing Tree Model of the 2-Back Working Memory Task. *Computational Brain & Behavior*, 5, 261-278. <https://doi.org/10.1007/s42113-022-00138-1>
- Lejbak, L., Crossley, M., & Vrbancic, M. (2011). A Male Advantage for Spatial and Object but Not Verbal Working Memory Using the *n*-Back Task. *Brain and Cognition*, 76, 191-196. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2010.12.002>
- Li, X., Yi, Z., Lv, Q., Chu, M., Hu, H., Wang, J. et al. (2019). Clinical Utility of the Dual *n*-Back Task in Schizophrenia: A Functional Imaging Approach. *Psychiatry Research: Neuroimaging*, 284, 37-44. <https://doi.org/10.1016/j.psychresns.2019.01.002>
- Lin, L., Leung, A. W. S., Wu, J., & Zhang, L. (2020). Individual Differences under Acute Stress: Higher Cortisol Responders Performs Better on *N*-Back Task in Young Men. *International Journal of Psychophysiology*, 150, 20-28. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2020.01.006>
- Mashal, N., & Metzuyanim-Gorelick, S. (2019). New Information on the Effects of Transcranial Direct Current Stimulation on *n*-Back Task Performance. *Experimental Brain Research*, 237, 1315-1324. <https://doi.org/10.1007/s00221-019-05500-7>
- McFarland, M. R., & Wehbe-Alamah, H. B. (2019). Leininger's Theory of Culture Care Diversity and Universality: An Overview with a Historical Retrospective and a View toward the Future. *Journal of Transcultural Nursing*, 30, 540-557. <https://doi.org/10.1177/1043659619867134>
- Murray, J. D., Bernacchia, A., Roy, N. A., Constantinidis, C., Romo, R., & Wang, X. (2017). Stable Population Coding for Working Memory Coexists with Heterogeneous Neural Dynamics in Prefrontal Cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114, 394-399. <https://doi.org/10.1073/pnas.1619449114>
- Ninomiya, Y., Iwata, T., Terai, H., & Miwa, K. (2024). Effect of Cognitive Load and Working Memory Capacity on the Efficiency of Discovering Better Alternatives: A Survival Analysis. *Memory & Cognition*, 52, 115-131. <https://doi.org/10.3758/s13421-023-01448-w>
- Nugroho, H. W., Salimo, H., Hartono, H., Hakim, M. A., & Probandari, A. (2023). Association between Poverty and Children's Working Memory Abilities in Developing Countries: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Nutrition*, 10, Article 1067626. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1067626>
- Olivers, C. N. L., & Meeter, M. (2008). A Boost and Bounce Theory of Temporal Attention. *Psychological Review*, 115, 836-863. <https://doi.org/10.1037/a0013395>
- Ploetner, R. (2024). Learning Changes in Educational Animation: Visuospatial Working Memory Is More Predictive than Subjective Task Load. *Frontiers in Psychology*, 15, Article 1389604. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1389604>
- Sardanelli, F., Schiaffino, S., Zanardo, M., Secchi, F., Cannaò, P. M., Ambrogio, F. et al. (2019). Point Estimate and Reference Normality Interval of MRI-Derived Myocardial Extracellular Volume in Healthy Subjects: A Systematic Review and Meta-Analysis. *European Radiology*, 29, 6620-6633. <https://doi.org/10.1007/s00330-019-06185-w>
- Shweder, R. A., Mahapatra, M., & Miller, J. G. (1990). Culture and Moral Development. In J. W. Stigler, R. A. Shweder, &

- 
- G. Herdt (Eds.), *Cultural Psychology: Essays on Comparative Human Development* (pp. 130-204). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/cbo9781139173728.005>
- Singh, S. S., & Yathiraj, A. (2024). Auditory Memory and Visual Memory in Typically Developing Children: Modality Dependence/Independence. *The Journal of International Advanced Otolaryngology*, 20, 405-410. <https://doi.org/10.5152/iao.2024.241504>
- Thomason, M. E., Race, E., Burrows, B., Whitfield-Gabrieli, S., Glover, G. H., & Gabrieli, J. D. E. (2009). Development of Spatial and Verbal Working Memory Capacity in the Human Brain. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 21, 316-332. <https://doi.org/10.1162/jocn.2008.21028>
- Turtola, Z. P., & Covey, T. J. (2021). Working Memory Training Impacts Neural Activity during Untrained Cognitive Tasks in People with Multiple Sclerosis. *Experimental Neurology*, 335, Article 113487. <https://doi.org/10.1016/j.expneurol.2020.113487>
- Viechtbauer, W. (2007). Publication Bias in Meta-Analysis: Prevention, Assessment and Adjustments. *Psychometrika*, 72, 269-271.
- Zhai, X., Rajaram, A., & Ramesh, K. (2022). Cognitive Model for Human Behavior Analysis. *Journal of Interconnection Networks*, 22, Article 214603. <https://doi.org/10.1142/s0219265921460130>