

# The Effects of Verbal Working Memory Span and Attentional Control on the Upper Primary School Students' Reading Scores

Xiao Zhang

School of Psychology, South West University, Chongqing  
Email: [940059431@qq.com](mailto:940059431@qq.com)

Received: Dec. 11<sup>th</sup>, 2014; revised: Dec. 19<sup>th</sup>, 2014; accepted: Dec. 30<sup>th</sup>, 2014

Copyright © 2015 by author 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

---

## Abstract

During the primary school years, students' verbal working memory span and attentional control have made a rapid development, especially in the upper grades. Verbal working memory span and attentional control are key factors which affect the academic achievement, but it is scarcely known whether and how they affect students' reading scores. In this study, the experimental paradigms of reading span task and Stroop color word naming task are used to in-depth analyze the effects of verbal working memory span and attentional control on primary school students' reading scores. The cluster sample of 150 upper primary students (third, fourth and fifth grade) was investigated. The results are as follows: 1) Verbal working memory capacity has a significant impact on the rapid language reading achievement. 2) The reading scores of students who have higher attention control capability are better than the lower ones. 3) The effect of the interaction of verbal working memory span and attentional control on the reading scores is not significant.

## Keywords

Verbal Working Memory Span, Attention Control Ability, Reading Scores, Primary School Students

---

# 言语工作记忆容量、注意控制对小学高年级学生阅读成绩的影响

张 潇

西南大学心理学部，重庆  
Email: [940059431@qq.com](mailto:940059431@qq.com)

收稿日期：2014年12月11日；修回日期：2014年12月19日；录用日期：2014年12月30日

---

## 摘要

工作记忆容量、注意控制是影响学业成绩的重要因素，但目前人们对两者如何影响学生的阅读成绩还所知甚少。研究者采用阅读广度任务和Stroop颜色词命名任务，考察了工作记忆容量与注意控制能力对小学高年级学生阅读成绩的影响。整群抽取济南某两所乡镇小学的高年级(三、四、五年级)学生150名作为被试。研究发现：1) 言语工作记忆容量对语文快速阅读成绩具有显著的影响作用。2) 高注意控制能力者的阅读成绩得分显著高于低注意控制能力的学生。3) 言语工作记忆容量和注意控制能力的交互作用对学生阅读成绩的影响不显著。

## 关键词

工作记忆容量，注意控制，阅读成绩，小学生

---

## 1. 引言

随着现代社会信息量不断增加，对阅读能力的要求越来越高，将快速高效的阅读训练引入语文课堂势在必行，正因为阅读有如此重要的作用，许多心理学家都试图从心理学角度来解释阅读能力(张必隐, 2002)，但是人们对于阅读能力的探索和认识还处于研究的起步阶段。

工作记忆与复杂的认知活动有着密切的关系，并且能够对复杂的认知操作(如运算、推理、阅读和语言理解等)具有很好的预测性。目前，心理学界普遍把工作记忆定义为在处理复杂认知任务(新颖的、熟悉的或已经形成技能的任务)中对与任务相关的信息的控制、规划和主动保持，它涉及多重表征编码和不同的子系统(葛万华, 2008)。Palladino 等(2001)的研究中，呈现给不同阅读理解能力被试不同长度的词表，词表包含具体词和抽象词，要求他们在词表呈现结束时报告 3 个最小的具体词。实验结果发现，低阅读理解能力被试的报告中包括更多的非目标词，由于实验匹配了被试的智力和短时记忆能力，低阅读理解能力被试的错误报告与工作记忆有关。工作记忆容量多以工作记忆广度指标表示，已有研究证明：工作记忆容量不足可能是造成阅读理解成绩差的根本原因(Just & Carpenter, 1992)。并且，儿童在注意控制能力上的表现已经将它们区分为高、低工作记忆能力组，因为注意控制能力是所有目标导向行为所必须的能力。个体早期的一些认知因素包括听觉加工、视觉加工和注意方面的缺陷，都将对学生未来的阅读能力具有显著的预测作用。

研究者们关于工作记忆容量的个体差异提出了多种模型。其中较有影响的有由 Daneman 和 Carpenter (1980)提出的资源共享模型，这一模型认为，可用于加工和存储的总的资源量是一定的，强调这些资源在加工和存储之间的权衡。Towse 和 Hitch(1995)提出了任务转换假说，认为工作记忆广度任务需要被试在加工和存储任务之间来回转换注意资源。

基于有限的前人发现，本研究提出三个假设：

1) 言语工作记忆容量对语文快速阅读成绩具有显著的影响作用。高、低工作记忆容量的学生，其阅读成绩的得分之间存在显著的差异。

2) 高注意控制能力者的阅读成绩得分显著高于低注意控制能力的学生。

3) 言语工作记忆容量和注意控制能力的交互作用对学生阅读成绩的影响显著。高工作记忆容量、高注意控制能力者，其阅读成绩的得分显著高于其他组的学生。

## 2. 方法

### 2.1. 被试

从山东省济南市两所普通小学高年级随机抽取 150 名学生，其中男生 81 人，女生 69 人。三年级抽取了一个班，共 36 人，四年级抽取了两个班，学生人数为 76 人，五年级抽取了一个班，共 38 人。参与者的年龄都在 11 到 13 岁之间。视力或矫正视力正常、右利手、无色盲。完成研究的被试获得精美礼品一份。

### 2.2. 研究设计

本研究采用 2(高工作记忆容量 vs.低工作记忆容量) × 2(高注意控制 vs.低注意控制)的完全随机实验设计，其中工作记忆容量和注意控制都为被试间变量。实验的因变量为语文快速阅读题目的得分。

### 2.3. 研究工具

采用 Daneman 和 Carpenter(1980)设计的阅读广度的实验范式，来测量被试的工作记忆容量；采用经典的 Stroop 颜色命名任务，来测量被试的注意控制能力；选用语文快速阅读《雀鸟为什么不吃虫》及对应阅读理解题(选择题)来评价学生的阅读成绩(董华，2006)。

### 2.4. 数据处理

所有结果使用 SPSS17.0 进行统计。实验后首先对被试的注意控制的数据进行筛选分析，删除反应时  $\geq 2$  s 的反应结果以及反应错误的的数据 9 个，取前后各 30% 分别为高低注意控制能力组。对于被试的工作记忆容量的数据，删除句子判断正确率小于 80% 的被试 12 个，有效被试中高于平均数一个标准差的为高工作记忆容量组，低于平均数一个标准差的为低工作记忆容量组，筛选所得被试为 52 人。

## 3. 实验结果

表 1 呈现了工作记忆容量和注意控制的描述性统计结果。对高、低两组的注意控制能力水平进行独立样本 t 检验， $t = 12.89$ ， $P < 0.001$ ，高、低两组的注意控制能力水平存在显著差异。对高低工作记忆容量组被试进行独立样本 t 检验， $t = 10.48$ ， $P < 0.001$ ，高、低两组的工作记忆容量存在显著差异，即分组合理。

### 3.1. 方差分析

2(高工作记忆容量、低工作记忆容量) × 2(高注意控制、低注意控制)的多元方差分析，结果表明，工

**Table 1. Descriptive statistics (M ± SD)**  
**表 1. 描述统计结果(M ± SD)**

自变量	组别	人数	平均数	标准差
工作记忆容量	高	26	35.12	3.72
	低	26	15.46	5.00
注意控制	高	26	32.49	16.08
	低	26	266.16	91.00

作记忆容量的主效应显著( $F = 11.836, P = 0.001 < 0.05$ ), 注意控制能力的主效应显著( $F = 8.219, P = 0.006 < 0.05$ ), 注意控制能力与工作记忆容量对阅读成绩的交互作用不显著( $F = 1.315, P = 0.257 > 0.05$ ), 具体趋势参见图 1。

将年级作为协变量, 对被试的工作记忆容量、注意控制对阅读成绩影响的方差分析结果, 见表 2。结果显示: 年级的主效应不显著( $F = 2.375, P = 0.13 > 0.05$ ), 虽然工作记忆容量与注意控制的交互作用仍然不显著( $F = 1.678, P = 0.201 > 0.05$ ), 但是比之前的显著性结果更接近了 0.05。

### 3.2. 多元回归分析

#### 3.2.1. 相关分析

对年级、工作记忆容量、注意控制能力与阅读成绩进行相关分析, 见表 3。表中可以得出, 注意控制能力与阅读成绩之间相关显著( $r = 0.285, P < 0.05$ ), 同时工作记忆容量与阅读成绩也存在显著的相关关系( $r = 0.231, P < 0.05$ ), 工作记忆容量与注意控制的相关呈边缘显著( $r = 0.155, P = 0.079 > 0.05$ )。

为考察注意控制和工作记忆容量对阅读成绩的预测作用, 以注意控制和工作记忆容量为自变量, 以阅读成绩为因变量进行多元回归分析, 结果发现工作记忆容量的解释量为 11.7%, 注意控制能力的解释量为 8.1%。回归模型见表 4。

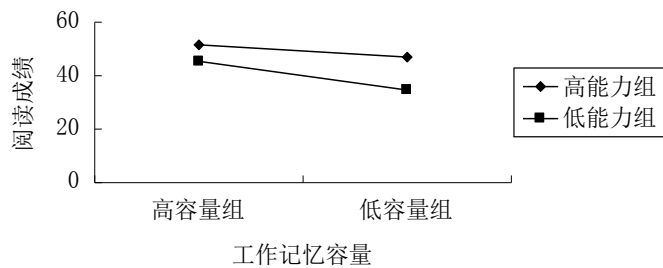


Figure 1. The interaction of working memory capacity and attentional control

图 1. 工作记忆容量与注意控制能力的交互作用图

Table 2. Analysis of variance

表 2. 方差分析表

变异来源	平方和	自由度	均方	F	P
年级	216.067	1	216.067	2.375	0.130
注意控制	1013.929	1	1013.929	11.144	0.002
工作记忆容量	638.483	1	638.483	7.018	0.011
注意控制*工作记忆容量	152.715	1	152.715	1.678	0.201

\*表明  $P$  值小于 0.05.

Table 3. Correlation analysis

表 3. 相关分析表

	年级	注意控制	工作记忆容量
注意控制	0.044		
工作记忆容量	0.128	0.155	
阅读成绩	0.101	0.285**	0.231**

\*\*表明  $P$  值小于 0.01.

最优回归模型的标准化回归方程式为：

$$\text{阅读成绩} = 43.49 + 0.191 \times \text{工作记忆容量} + 0.255 \times \text{注意控制能力}$$

### 3.2.2. 中介效应分析

本研究假设注意控制会影响学生的阅读成绩，注意控制也通过影响工作记忆容量来间接地影响学生的阅读成绩，即工作记忆容量可能是注意控制与阅读成绩之间的中介变量。所得中介作用图见图 2。

由以上中介作用我们可以看出，注意控制对阅读成绩的影响路径中，有两条显著路径：一是注意控制直接影响学生的阅读成绩；二是注意控制经由工作记忆容量间接影响学生的阅读成绩，其中注意控制对工作记忆容量的回归系数显著( $t = 1.77, \text{Sig} = 0.079 < 0.1$ )，工作记忆容量对阅读成绩的回归系数也达到了显著性水平( $t = 2.259, \text{Sig} = 0.026 < 0.05$ )。工作记忆容量在注意控制和阅读成绩之间的中介作用显著，中介效应占总效应的比例为  $0.155 \times 0.191 \div 0.285 = 10.39\%$ ，即工作记忆容量在注意控制和阅读成绩之间起部分中介作用。由此可知，工作记忆容量可能是注意控制能力与学生阅读成绩之间的中介变量。

## 4. 讨论

### 4.1. 工作记忆容量、注意控制能力与阅读成绩

本研究的分析结果发现工作记忆容量与注意控制的相关关系边缘显著( $r = 0.155, P = 0.079 > 0.05$ )。中介效应分析的结果也显示，工作记忆容量可能是注意控制能力与阅读成绩之间的中介变量，这一结果验证了 Engle, Kane 和 Tuholski(1999)等提出的工作记忆容量的控制性注意的观点，认为工作记忆容量取决于个体注意控制能力。按照 Baddeley (1987)的观点，工作记忆中的中央执行机制是指一个注意的控制系统，在阅读过程中，这一系统负责将不同的注意资源分配到不同层次的文章内容上，如果这一过程有缺陷必然导致阅读理解能力低下。我国学者刘丽(2005)采用 Stroop 任务测量了被试的控制性注意能力，并考察了注意控制能力不同的被试在加工部分认知负荷不同的工作记忆广度任务中的成绩，结果表明在复杂的工作记忆广度任务中，注意控制能力高的被试的成绩好于注意控制能力低的被试。我们认为，注意控制能力对工作记忆容量任务产生重要影响，本研究的结果与“资源共享模型理论”是一致的。

Table 4. Regression model  
表 4. 回归模型

	R	R <sup>2</sup>	调整的 R <sup>2</sup>	F	Sig
工作记忆容量	0.342	0.117	0.103	8.354	0.000
注意控制	0.285	0.081	0.074	11.24	0.001

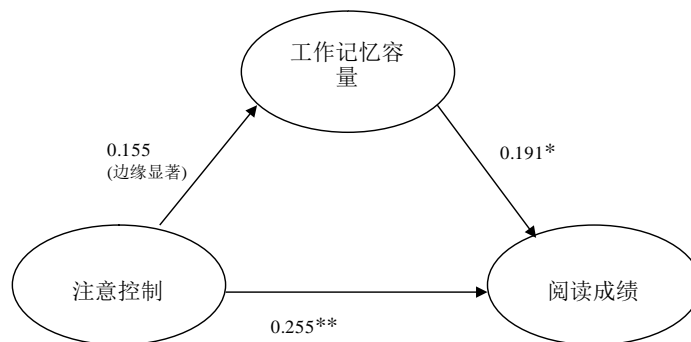


Figure 2. Intermediary role figure  
图 2. 中介作用图

本研究结果表明,无论是高注意控制能力组还是低注意控制能力组,工作记忆容量高的被试其阅读成绩显著高于工作记忆容量低的被试,工作记忆容量的主效应显著( $F = 11.836, P = 0.001 < 0.05$ ),这与以往的研究结论相一致(Chiappe, Hasher, & Siegel, 2000)。多元回归分析的结果显示,工作记忆容量与阅读成绩的相关显著( $r = 0.231, P < 0.05$ ),并且相较于注意控制能力,工作记忆容量对学生阅读成绩的预测力更强一些,其解释量为 11.7%,经 F 检验,回归效应显著( $F = 8.354, P < 0.05$ )。根据 Daneman 和 Carpenter (1980)共享模型的观点,每一个个体可用于加工和存储的总的资源量是一定的,该模型强调这些资源在加工和存储之间的权衡。

阅读理解是一种高级的认知活动,不仅是信息存储,还包括推理、问题解决等高级活动,阅读能力强的个体通过执行性注意的功能抑制无关信息干扰,花费少量资源用于加工,而把更多资源用于关键信息的存储上(蔡丹,李其维,邓赐平,2010)。以往的研究表明也注意控制能力是儿童阅读能力一个重要的预测因素,注意控制能力能预测大部分的学业成绩(Lan, Legare, & Ponitz, 2011)。本研究的结果显示,注意控制能力对以语文快速阅读为评价指标的阅读成绩的影响显著( $F = 8.219, P = 0.006 < 0.05$ )。多元回归分析的结果也显示,注意控制能力与阅读成绩的相关显著( $r = 0.285, P < 0.05$ ),并且从回归模型中可得,注意控制能力对阅读成绩的解释量为 8.1%,经 F 检验,回归效应显著( $F = 11.24, P < 0.05$ )。

本研究还假设,学生的阅读成绩受到工作记忆容量与注意控制能力的交互影响,研究结果显示,工作记忆容量与注意控制的相关关系边缘显著( $r = 0.155, P = 0.079 > 0.05$ ),但工作记忆容量与注意控制能力对阅读成绩的交互作用不显著( $F = 1.315, P = 0.257 > 0.05$ ),此结论与研究的假设不符。进一步的简单效应分析显示:低注意控制能力组中,工作记忆容量高的被试,其阅读成绩显著高于工作记忆容量低的被试( $F = 10.741, P = 0.003 < 0.05$ );而对于高注意控制能力组,工作记忆容量高的被试,其阅读成绩与工作记忆容量低的被试之间的差异不显著( $F = 2.577, P = 0.121 > 0.05$ )。陆爱桃等(2008)从语义网络中提取事物虽然容易,但语义网络中众多的概念结点的激活需要占用较多的短时存储资源,而且中央执行系统的短时存储资源和注意控制资源是此消彼长的关系,用于短时存储的资源多了,用于注意控制的资源就少,反之亦然。这意味着,对于注意控制能力高的学生,在完成阅读测验时,占用了较少的注意控制资源,他们可以充分利用三分钟的时间来记忆文章当中的信息,又因为文章的难度较低,所以造成了这部分学生的阅读成绩没有显著的差异。

## 4.2. 研究的不足与展望

1) 在被试的选取上,由于客观条件的限制,所选取的被试人数较少,且各个年级的被试人数没有进行均衡。今后研究可在更大范围内选择被试,并且注意各个年级被试人数的权衡,揭示工作记忆容量与注意控制对阅读成绩的普遍影响。

2) 本研究通过一篇语文快速阅读来评价学生的阅读能力,虽然文章预测时确保了学生对于所使用的汉字都认识,但是,文章的难度较低,且被试的得分范围很小(10~60)。

3) 本研究系统探讨了工作记忆容量与注意控制对阅读成绩的影响,得出的结论与研究假设既有一致又有分歧。工作记忆容量与注意控制对阅读成绩,是独立发生作用,还是存在交互的影响?两者交互作用的心理机制究竟是什么?工作记忆容量与注意控制是否会与其它的重要因素(如文章的篇幅、问题类型等)一起交互影响小学高年级学生的阅读成绩?这些都值得我们进一步研究和探讨。

## 5. 结论

1) 言语工作记忆容量对语文快速阅读成绩具有显著的影响作用。高、低工作记忆容量的学生,其阅读成绩的得分之间存在显著的差异。

2) 高注意控制能力者的阅读成绩得分显著高于低注意控制能力的学生。

## 参考文献 (References)

- Baddeley, A. (1987). *Working memory*. Oxford: Oxford Science Publications.
- Chiappe, P., Hsher, L., & Siegel, L. S. (2000). Working memory, inhibitory control, and reading disability. *Memory & Cognition*, 28, 8-17.
- 蔡丹, 李其维, 邓赐平(2010). 工作记忆新探: 基于个体差异的研究. *心理发展与教育*, 2 期, 205-209.
- Daneman, M., & Carpenter, P. A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 19, 450-466.
- 董华(2006). 大学生认知风格、工作记忆容量和文章类型对阅读成绩的影响. 东北师范大学硕士学位论文, 长春.
- Engle, R. W., Kane, M. J., & Tuholski, S. W. (1999). *Individual differences in working memory capacity and what they tell us about controlled attention, general fluid intelligence, and functions of the frontal cortex*. London: Cambridge University Press.
- 葛万华(2008). 工作记忆容量、中央执行系统子功能、推理能力与高考成绩的关系. 西北大学硕士学位论文, 西安.
- Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1992). A capacity theory of comprehension. *Psychological Review*, 99, 122-149.
- Lan, X. Z., Legare, C. H., Ponitz, C. C., et al. (2011). Investigating the links between the subcomponents of executive function and academic achievement: A cross-cultural analysis of Chinese and American preschoolers. *Journal of Experimental Child Psychology*, 108, 677-692.
- 刘丽(2005). 认知负荷和控制性注意能力对工作记忆广度任务成绩的影响. 东北师范大学硕士学位论文, 长春.
- 陆爱桃, 张积家, 莫雷(2008). 注意控制和短时存储对音位流畅性和语义流畅性的影响. *心理学报*, 1 期, 25-36.
- Palladino, P., & Cornoldi, C. (2001). Working memory and updating processes in reading comprehension. *Memory & Cognition*, 29, 344-354.
- Towse, J. N., & Hitch, G. J. (1995). Is there a relationship between task demand and storage space in tests of working memory capacity? *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 48, 108-124.
- 张必隐(2002). *阅读心理学*. 北京: 北京师范大学出版社.

汉斯出版社为全球科研工作者搭建开放的网络学术中文交流平台。自2011年创办以来，汉斯一直保持着稳健快速发展。随着国内外知名高校学者的陆续加入，汉斯电子期刊已被450多所大中华地区高校图书馆的电子资源采用，并被中国知网全文收录，被学术界广为认同。

汉斯出版社是国内开源（Open Access）电子期刊模式的先行者，其创办的所有期刊全部开放阅读，即读者可以通过互联网免费获取期刊内容，在非商业性使用的前提下，读者不支付任何费用就可引用、复制、传播期刊的部分或全部内容。

