

## 《心理学报》审稿意见与作者回应

题目：语音记忆和中央执行功能在不同年级儿童解码和语言理解中的作用

作者：赵鑫，李红利，金戈，李世峰，周爱保，梁文佳，郭红霞，蔡亚亚

---

### 第一轮

#### 审稿人 1 意见：

论文探讨了工作记忆的不同成分（语音记忆、中央执行系统）与阅读能力的不同成分（解码、语言理解）之间的关系，并探讨了这一关系在不同年级儿童中的变化。结果发现，语音记忆主要与解码有关，且主要在低年级起作用；中央执行系统主要与语言理解有关，其作用在不同的年级之间比较稳定。论文具有较好的理论意义和实践价值，总体来看是一篇不错的论文。但论文还存在一些细节问题，详见审改稿。主要列明如下：

**意见 1：**在分年级阶段进行回归分析时，没有控制年龄和一般认知能力，这有可能人为扩大语音记忆的效应。

**回应：**感谢审稿专家的意见。根据审稿专家的意见，在分年级阶段进行分析时，我们进一步控制了年龄和一般认知能力。为了更清晰地表示本研究结果，我们采用结构方程模型对数据进行分析，具体修改内容见文中“结果”部分。

**意见 2：**在写作上还有一些不够严谨和清楚的地方。

**回应：**感谢审稿专家的意见。根据审稿专家的意见，我们对文中表述不够严谨的部分进行了修改。比如审改稿提到的如下问题：

（1）语音记忆和中央执行功能与工作记忆是什么关系？需要在这里说明，而不要等到下面。

**回应：**感谢审稿专家的意见。根据审稿专家的意见，我们在“引言”部分对语音记忆和中央执行功能与工作记忆的关系进行了补充和调整，具体如下：

工作记忆涉及到对输入的信息进行暂时存储和加工的能力，不仅能够对输入的信息进行暂时的存储，同时能够从长时记忆中提取相关的信息，这在复杂的认知活动中起到了重要的作用（Baddeley, 2003）。工作记忆是一个容量有限的记忆系统，主要由语音回路（phonological loop）、视觉-空间模板（visual-spatial sketchpad）和中央执行系统（central executive system）三个不同的子成分组成（Baddeley, 1992）。语音记忆被定义为一种记忆语音信息及其相关顺序的能力，是工作记忆的一部分，涉及到工作记忆中的语音回路（Fortier & Simard, 2017）。语音回路主要负责语音信息的编码、保持和操作，通过语音编码将语音信息保存在短时语音存储中，主要包括语音存储（phonological store）和发音复述过程（articulatory rehearsal process）两个子成分。语音存储涉及到对语言信息进行暂时存储（大约 2 秒）的能力；发音复述过程主要是通过内部言语对语音信息进行复述来阻止信息的衰减，使语音信息能够更好地被保存下来（Baddeley, Gathercole, & Papagno, 1998）。中央执行功能作为工作记忆的核心成分，主要负责协调工作记忆中的其它成分，并且主管信息加工的注意控制过程，和高级的认知活动有着密切的联系（Sluis, Jong, & Leij, 2007）。

具体修改内容详见文中“引言”部分第一段。

(2) 为什么采用假词拼读测验？在拼音文字中假词拼读是考察被试 GPC 规则的重要测试，但在汉语中，采用假词拼读的意义在哪里呢？

**回应：**感谢审稿专家的意见。根据审稿专家的意见，我们对假词拼读测验的选取进行说明和阐述：

首先，汉语中的汉字是象形文字，和字母语言体系的文字的特征存在很大的差异。拼音文字的语音原理是“形-音一致性原理”（grapheme-phoneme correspondence rules），而汉语的发音原理为“正字法-语音一致性原理”，即 OPC（orthography-phonology correspondence rules）原理（Ho & Bryant, 1997）。其中，正字法又被称为字形加工或词形加工，指对特定语言书写习惯的理解，同时掌握判别书写正确与否的知识，既包括字、单词组合的合法性与不合法性的知识，也包括判断构成字、单词部件可能出现的序列的知识（王晓辰, 2010）。

其次，和字母语言体系（如英语）不同，汉语中的词是由两个汉字组成的，词形加工涉及到的是两个汉字，汉字组成的序列就包括了符合规则（词语）和不符合规则（非词）两种情况。词语阅读是对正确词序下词语的解码，而假词拼读则是对不合理词序下单词的解码。因此，本研究在测验编制时，同时考虑了这两种情况，在汉字、词语阅读测验之外增加了假词拼读测验，而且，假词拼读测验在本研究中也具有较好的内部一致性信度。

基于上述原因，我们编制了假词拼读测验，旨在考察词语序列改变后，被试对正字法-语音一致性的解码能力。相应内容在文中“方法”部分解码测验的第三段进行了补充说明。

**参考文献：**

王晓辰. (2010). *汉语发展性阅读障碍语音及正字法缺损的认知过程基础*. (Doctoral dissertation, 华东师范大学).

王晓丽, 陈国鹏, 马娟子, 孙秀庆, 孙志凤. (2013). 6-9 岁儿童工作记忆的发展研究. *心理科学*, 36(1), 92-97.

Ho, S. H., & Bryant, P. (1997). Phonological skills are important in learning to read Chinese. *Developmental Psychology*, 33(6), 946-951.

**意见 3：**个别数据感觉有些异常，需要作者再次检查确认或给出解释。

**回应：**感谢审稿专家的意见。根据审改稿中的意见“非词广度令人惊讶地低，请对比前人使用这个测验的相似年龄被试的得分。”我们对数据进行了检查，并且和前人研究进行了对比，结果发现：以往对儿童非词广度的测量结果跟本研究结果相似，非词广度的成绩相比数字广度要低很多（王晓丽, 陈国鹏, 马娟子, 孙秀庆, 孙志凤, 2013）。

对于非词广度成绩较低这一结果，是因为在汉语的研究中，非词广度的材料是由两个汉字组合在一起，组成一个完全没有任何意义的词，比如说：句芽。在记忆中，一个非词的记忆组块实际上相当于两个字的组块，具体而言，非词广度中记忆成绩如果是两个广度，实际上被试需要记忆 4 个字，实际上需要占 4 个记忆组块的内容。根据研究结果，非词广度和数字广度成绩的趋势是一致的，具体而言，被试数字广度成绩较高，非词广度成绩也会较高。

**参考文献：**

王晓丽, 陈国鹏, 马娟子, 孙秀庆, 孙志凤. (2013). 6-9 岁儿童工作记忆的发展研究. *心理科学*, 36(1), 92-97.

表 1 6-9 岁儿童工作记忆任务的得分情况

测量任务	6 岁		7 岁		8 岁		9 岁		F(3,210)	$\eta^2$
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD		
听力广度	5.31	1.21	5.96	1.33	6.87	1.75	7.73	1.66	21.88**	.23
语音										
数字广度	5.91	.13	6.30	.11	6.68	.12	7.18	.11	18.07**	.21
非词广度	2.65	.08	2.83	.07	2.87	.07	3.19	.06	8.23**	.11
环路										
视觉空间										
视觉模式	4.62	.19	5.18	.11	5.88	.13	6.23	.16	21.51**	.24
空间广度	3.76	.08	4.15	.09	4.62	.10	4.60	.13	14.29**	.17
模板										
中央	12.39	.64	14.96	.56	14.64	.49	16.97	.64	8.51**	.10
执行										
注意转换	19.92	.70	23.72	.62	25.65	.69	26.55	.80	13.86**	.17
注意分配	8.79	.55	10.49	.36	11.73	.38	14.11	.38	24.50**	.26
注意焦点	4.74	.64	7.24	.50	7.11	.47	9.16	.67	8.12**	.10

**意见 4:** 年龄跟解码和语言理解成绩都没有相关让人费解。作者如何解释和看待这个结果?  
**回应:** 感谢审稿专家的意见。我们对“年龄跟解码和语言理解成绩都没有相关”进行了说明和阐述:

本研究中,为了形成解码的总分数,将各测验的原始分数转化为标准分数之后进行平均,整合成混合标准分数作为解码的总成绩(Catts, Adlof, Hogan, & Weismer, 2005)。整个研究过程中解码成绩和语言理解成绩均采用标准化的分数进行统计分析,便于各年级成绩可以进行比较。标准化的过程实际上消除了年龄之间的差异。因此,标准化的解码成绩和标准化的语言理解成绩与年龄之间没有出现相关关系。

其次,我们进一步分析了年龄与解码和语言理解各测验之间的关系,采用皮尔逊积差相关对年龄与解码和语言理解各测验进行了相关分析,结果发现,年龄与汉字认读成绩、词语阅读成绩、假词拼读成绩以及听力理解成绩之间均存在显著相关( $p < 0.01$ )。详细结果如表 1 所示。

表 1 年龄、汉字认读、词语阅读、假词拼读和听力成绩之间的相关矩阵

	年龄	汉字认读	词语阅读	假词拼读	听力测验成绩
年龄	—				
汉字认读	0.55**	—			
词语阅读	0.59**	0.96**	—		
假词拼读	0.47**	0.89**	0.90**	—	
听力测验成绩	0.35**	0.65**	0.64**	0.58**	—

注: \*\* $p < 0.01$ , \* $p < 0.05$ 。

具体修改: 结合审稿人 2 的意见,依据单纯的标准化可能没有因素分析更能够提取多个测验的核心因素。因此,我们采用结构方程模型对多个测验结构进行提取核心潜变量,进一步探究各变量之间的关系。具体修改内容见“结果”部分。

**意见 5:** 英文摘要的内容还需要调整一下,文字表达也需要再准确一些。

**回应:** 感谢审稿专家的意见。根据审改稿中的意见,已经对英文摘要内容进行了调整和修改,比如说,对被试介绍部分进行了精炼,并且增加了对统计方法的描述,具体修稿内容见文中“英文摘要”部分。

.....  
**审稿人 2 意见:**

本研究主要考察了工作记忆的两个子成分在 SVR 模型提出的阅读理解过程的解码和语言理解中扮演的角色,并进一步探讨了这种影响模式在不同年级阶段的表现是否存在差异。研究问题新颖,研究发现对阅读能力发展的相关理论具有一定补充作用。但该文还存在以下重要问题,需要大修后再审。主要问题:

**意见 1:** 文章用了多种行为任务测量不同工作记忆和阅读理解能力,但不同的任务反映了所测量的心理认知加工的哪个方面?尤其是同一种功能采用多个任务的情况下,不同任务的测量指标反应了何种加工并不纯粹。有可能存在同一测量覆盖了多个认知机制,或多个测量中间具有不同的重叠成分,作者应该采取因素分析的方法把多个测验所测量的因素进行提炼,再来进行相关与回归分析才能更有说服力。

回应：感谢审稿专家的意见。根据审稿专家的意见，结合本研究的研究目的，为了更清晰地呈现本研究的核心结果，我们采用结构方程模型对数据进行分析，该分析方法通过设置潜变量，能够更好地实现对多个测验所测量因素的提炼。

此外，以往研究表明，中央执行功能各子成分（抑制、转换、刷新）既相互联系，又是相互独立（Miyake et al., 2000）；而且，对中央执行功能各子成分与解码和语言理解关系的探究也是本研究的主要目的之一。因此，在模型中我们保留了中央执行功能各测验指标，并将它们作为自变量进入模型。具体修改如下：

- （1）采用因子分析对语音记忆和解码测验进行提取核心成分，之后进行相关分析；
- （2）删除了回归分析部分，改用结构方程模型进一步探究语音记忆、中央执行功能对解码和语言理解的影响。
- （3）详细修改内容见文中的结果部分“3.3 语音记忆和中央执行功能与解码和语言理解之间的结构方程模型”和“3.5 不同年级阶段儿童的语音记忆和中央执行功能与解码和语言理解的结构方程模型”。详细修改内容如下：

### 3.3 语音记忆和中央执行功能与解码和语言理解之间的结构方程模型

为了进一步考察语音记忆、中央执行功能对解码和语言理解的影响，采用结构方程模型进行验证。图1表示的是语音记忆和中央执行功能与解码成绩和语言理解之间关系的模型，模型与数据的拟合指标分别为： $\chi^2=26.886$ ， $df=25$ ， $\chi^2/df=1.075$ ， $GFI=0.983$ ， $CFI=0.999$ ， $AGFI=0.947$ ， $RMSEA=0.017<0.06$ 。这表明，该模型具有较好的拟合度。路径系数的结果显示，语音记忆和刷新成绩与解码成绩的路径系数均达到了显著性水平（ $\gamma=0.17$ ， $p<0.05$ ； $\gamma=0.24$ ， $p<0.001$ ），这表明，语音记忆对解码成绩具有显著预测作用；刷新成绩对解码成绩也具有显著预测作用。刷新成绩和转换代价与语言理解的路径系数达到了显著性水平（ $\gamma=0.26$ ， $p<0.001$ ； $\gamma=0.16$ ， $p<0.01$ ），这表明，刷新成绩显著预测了语言理解的表现；转换代价显著预测了语言理解的表现。此外，结果表明，年龄和一般认知能力与解码成绩和语言理解之间的路径系数均达到了显著水平（ $ps<0.01$ ）。

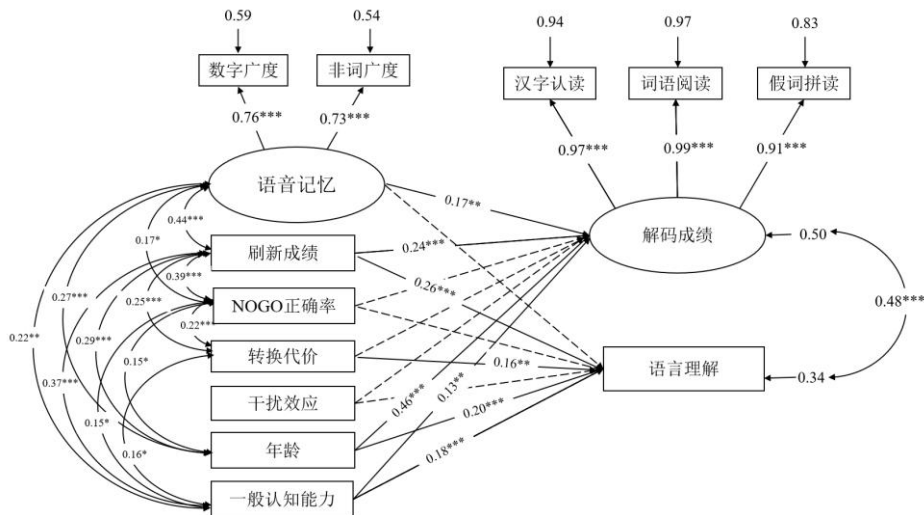


图1 三~六年级阶段语音记忆和中央执行功能与解码和语言理解关系的模型。注：所有路径系数为标准化系数，单箭头表示回归系数，双箭头表示相关系数。实线表示显著的回归路径，虚线表示不显著的回归路径，图中只呈现了系数达到显著水平的相关路径。下同。

### 3.5 不同年级阶段儿童的语音记忆和中央执行功能与解码和语言理解的结构方程模型

为了进一步考察不同年级阶段语音记忆、中央执行功能对解码和语言理解的影响，采用

结构方程模型对不同年级阶段被试的数据进行验证。

图2表示三年级和四年级阶段语音记忆和中央执行功能与解码成绩和语言理解关系的模型，各拟合指标分别为： $\chi^2=35.953$ ,  $df=25$ ,  $\chi^2/df=1.438$ ,  $GFI=0.964$ ,  $CFI=0.986$ ,  $AGFI=0.889$ ,  $RMSEA=0.053<0.06$ 。这表明，该模型具有较好的拟合度。路径系数的结果显示，语音记忆和刷新成绩与解码成绩的路径系数达到了显著性水平( $\gamma=0.19$ ,  $p=0.06<0.08$ ;  $\gamma=0.25$ ,  $p<0.01$ )，这表明，语音记忆和刷新成绩对解码成绩具有显著预测作用。刷新成绩和转换代价与语言理解的路径系数达到了显著性水平 ( $\gamma=0.28$ ,  $p<0.01$ ;  $\gamma=0.16$ ,  $p<0.05$ )，这表明，刷新成绩和转换代价显著预测了语言理解的表现。此外，结果显示，一般认知能力与语言理解的路径系数显著 ( $\gamma=0.15$ ,  $p<0.05$ )，表明一般认知能力显著预测了语言理解的表现。

图3表示五年级和六年级阶段语音记忆和中央执行功能与解码成绩和语言理解关系的模型，各拟合指标分别为： $\chi^2=13.736$ ,  $df=25$ ,  $\chi^2/df=0.549$ ,  $GFI=0.977$ ,  $CFI=1.000$ ,  $AGFI=0.927$ ,  $RMSEA=0.000<0.06$ 。这表明，该模型具有较好的拟合度。路径系数的结果显示，语音记忆与解码成绩和语言理解的路径系数均不显著 ( $ps>0.05$ )。在中央执行功能方面，只有刷新成绩与解码成绩的路径系数显著 ( $\gamma=0.30$ ,  $p<0.01$ )，其他路径系数均未达到显著性水平 ( $ps>0.05$ )。这表明，只有刷新成绩对解码具有显著预测作用。此外，结果显示，年龄与解码成绩的路径系数显著 ( $\gamma=0.22$ ,  $p<0.05$ )；一般认知能力与解码成绩和语言理解的路径系数显著 ( $\gamma=0.26$ ,  $p<0.01$ ;  $\gamma=0.33$ ,  $p<0.001$ ) 这表明，一般认知能力对解码和语言理解具有显著预测作用。

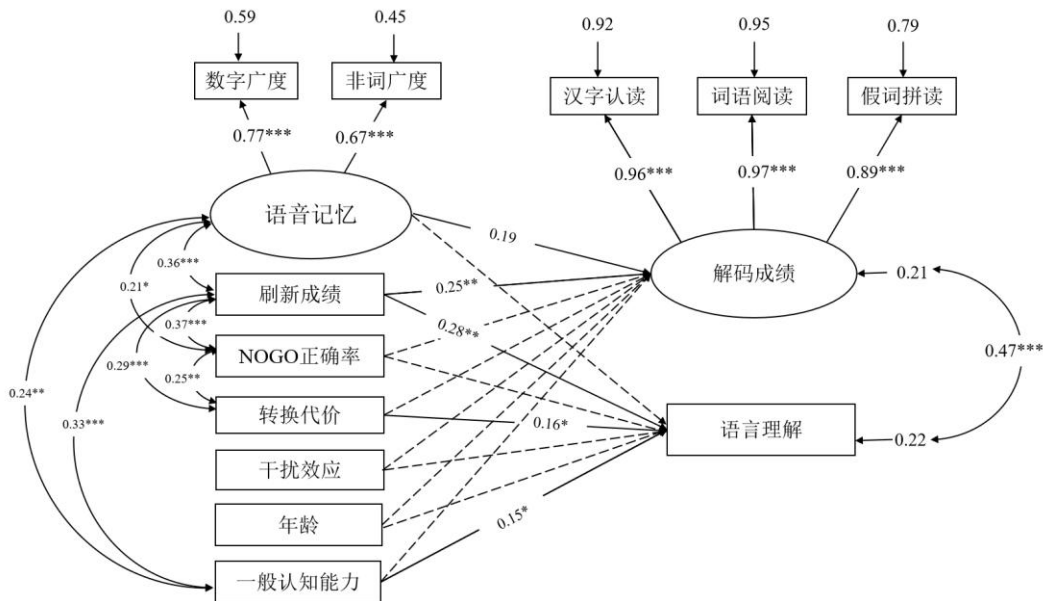


图2 三年级和四年级阶段语音记忆和中央执行功能与解码和语言理解关系的模型

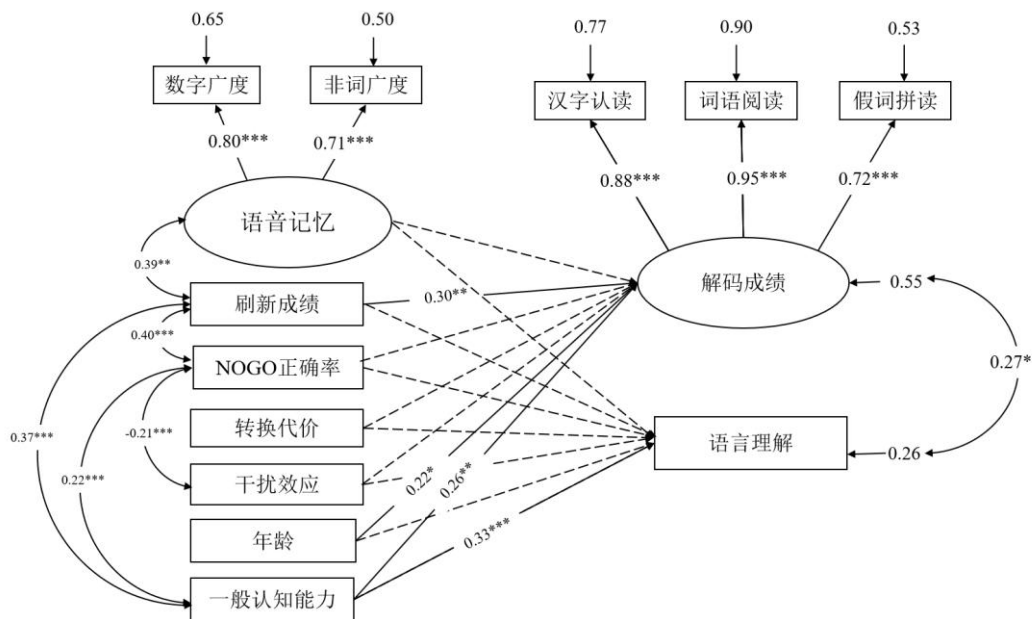


图3 五年级和六年级阶段语音记忆和中央执行功能与解码和语言理解关系的模型

意见 2: 文章的重点是不同年级（阅读发展阶段）的儿童工作记忆在阅读理解中的作用，但全文对这一核心研究问题的体现并不充分；作者详细地界定了研究涉及的核心概念如语音记忆（前言第二段）、中央执行功能（前言第三段），解码和理解（第四段），但对不同概念间的关系以及这两种认知功能在不同发展阶段的研究证据如何使这一问题有必要和有价值进行研究的梳理不够充分。

回应：感谢审稿专家的意见。根据审稿专家的意见，我们对不同概念间的关系以及这两种认知功能在不同发展阶段的研究证据如何使这一问题有必要和有价值进行说明和阐述：

首先，研究表明，阅读和工作记忆的关系随着年级的发展而变化，在早期阶段主要表现为工作记忆对阅读的影响，而后会逐渐表现为工作记忆与阅读相互作用的模式（Peng et al., 2017）。这就表明工作记忆和阅读之间的关系会表现出一种动态发展的变化。

其次，阅读获得的一种普遍观点是，在儿童阅读发展的早期，语音记忆对词义的激活非常关键（Jared, Ashby, Agauas, & Levy, 2016）。随着整个儿童早期阅读的学习，字词识别逐渐变得自动化，语音记忆在阅读中的作用会有所减小，工作记忆容量能够直接影响到阅读理解技能的发展（Seigneuric & Ehrlich, 2005）。随着儿童阅读经验的积攒，阅读的主要任务从解码转变为理解，背景知识、语法和词汇知识在长时记忆中积累，工作记忆则可能用于整合语言、知识经验以满足阅读理解的需要（Peng et al., 2017）。中央执行功能与更高水平的阅读理解紧密相连，包括对阅读信息的计划、组织和监测等方面（Cutting, Materek, Carolyn Cole, Levine, & Mahone, 2009）。而且研究表明，中央执行功能是小学阶段阅读成绩的一个纵向预测因子（Meixner, Warner, Lensing, Schiefele, & Elsner, 2018）。

基于上述原因，本研究进一步探讨了语音记忆和中央执行功能对解码和语言理解的影响在不同年级阶段的表现是否存在差异。具体内容已经在“引言”部分第五段进行了补充说明。

意见 3: 研究方法部分，作者分别详述了被试、测验工具，建议补充具体数据统计分析方法。

回应：感谢审稿专家的意见。在文中的“方法”部分已经补充了具体的数据统计分析方法。详细修改内容见“2.4 数据分析”部分。

**意见 4:** 综合作者的不同分析的结果：“中央执行功能和语音记忆可以预测解码能力”“中央执行功能可以预测语言理解能力，语音记忆和解码及语言理解都相关”；“中央执行功能中的刷新和解码与语言理解相关，语音记忆和解码、语言理解相关”；“中央执行功能的刷新和解码相关”；“高年级中央执行功能可以预测解码，也可以预测语言理解；低年级中，语音记忆和中央执行功能可以预测解码；执行功能可以预测语言理解”。鉴于研究采用多种测量不同功能的任务，建议作者对研究结果进行梳理，将最核心的结果凸显出来，必要时可考虑使用结果汇总图或者表。

**回应:** 感谢审稿专家的意见。根据审稿专家的建议，我们对结果部分进行了梳理和汇总，用结构方程模型展示各年级阶段的结果。具体修改内容见“结果”部分。

**意见 5:** 文章讨论首先是从儿童总体的水平对每个测验任务的结果从上逐一进行了讨论，又结合不同年龄段对每个任务相关结果进行了讨论，但讨论结果局限于每个特定任务及其加工过程，缺乏对这些相关关系内在的含义，及其和对阅读机制的启示进行更深入的分析，理论深度不足，同时对儿童阅读教育实践的意义也缺乏论述。

**回应:** 感谢审稿专家的意见。根据审稿专家的意见，我们增加了对结果之间关系的讨论，对该结果的理论意义进行了更深层次的分析，并且探讨了这些结果对儿童阅读教育实践的启发。具体修改内容见“讨论”部分的最后两段内容。

**意见 6:** 讨论第 4 段作者指出：“本研究将 NOGO 正确率作为唯一的认知因子建立结构方程模型。。。”但是研究方法和结果中并未提及相关内容，望作者补充说明。

**回应:** 感谢审稿专家的意见。根据审稿专家的意见 1，我们对数据进行了更为精细化处理。并且采用结构方程模型对数据进行分析，路径分析结果显示，干扰抑制和冲突抑制（NOGO 正确率）对解码和语言理解均没有发现显著预测作用，因此，文中讨论部分将此段内容进行了删减，对讨论部分进行了进一步梳理和调整。具体修改内容详见文中“讨论”部分。

**意见 7:** 摘要未能清楚地反映研究的脉络和核心结果与结论，需要进一步提炼。

**回应:** 感谢审稿专家的意见。已经对摘要部分进行了修改，具体修改见文中“摘要部分”。

**意见 8:** 文章前言中：“阅读理解过程的 SVR 模型（The Simple View of Reading, 简称 SVR）认为...”这里 SVP 应该用理论的中文全称。

**回应:** 感谢审稿专家的意见。已经在文中加入了中文全称。详见文中“引言”部分第三段。

**意见 9:** 文中还有一些错别字，作者需要仔细检查。

**回应:** 感谢审稿专家的意见。根据审稿专家的意见，已经对文中出现的错误进行了仔细检查和修改。

---

## 第二轮

**审稿人 1 意见:**

作者已经回答了我的问题。文章经大幅修改后，在立论、数据呈现、结果解释方面均有较大的改善，可以接受。

**回应:** 感谢审稿专家的肯定。

**审稿人 2 意见:**

总体来说,我非常欣赏作者利用结构方程模型进行数据的进一步挖掘,但遗憾的是,作者没有对为什么选择当前模型进行理论分析和也没有进行模型比较,因而当前模型的选择显得缺乏依据,这是目前稿子面临的比较严重的一个问题,建议作者进行大修。另外,目前的修改稿语言文字的流畅性,英文摘要的严谨性都还有待提高。其它细节问题见审改稿。

**意见 1:** 需要进一步解释这两者(拼音文字的语音原理是“形-音一致性原理”,而汉语的发音原理为“正字法-语音一致性原理”)的区别,以便非本领域的读者也能够理解。

**回应:** 感谢审稿专家的意见。根据审稿专家的意见,我们对该部分内容进行了补充说明,具体修改如下:

和字母语言体系(如英语)不同,拼音文字的语音原理是“形-音一致性原理”,而汉语的发音原理为“正字法-语音一致性原理”。字母语言体系的解码主要是将单词分解成语音片段,这些语音片段对应于字母或字母系列,每一个字母都有固定的发音标准,比如说:*f* 读作 /f/。在汉语体系中,每个汉字就代表一个语素,每个语素包括两个字形成分:一个是提供语素发音的语音信息,一个是表示语素语义的基本成分,比如说“蜂、蝶、蚊”字,从语义成分来看,这三个字都表示昆虫范畴,但是读音完全不同。因为汉字的发音主要取决于提供发音的字形成分,即发音部首,比如说:“蚊”字的“文”部分表示发音结构(Ho & Bryant, 1997)。

具体修改内容详见“方法”部分的假词拼读测验部分。

**意见 2:** 需要对模型构建的理论依据详细阐述。

**回应:** 感谢审稿专家的意见。根据审稿专家的意见,我们对模型建构的理论依据进行了补充说明,具体修改如下:

在Baddeley(1992)的工作记忆理论、Gough和Tunmer(1986)的简单阅读观、Miyake等人(2000)提出的中央执行功能子成分模型的基础上,结合本研究的研究假设和目的,我们想进一步探究不同中央执行功能成分在解码和语言理解中的作用。此外,在本研究中,各中央执行功能的指标体现了不同的认知能力,其中,干扰效应指标反映了个体的冲突抑制能力,NOGO正确率指标反映了反应抑制能力,刷新成绩和转换代价分别反应了个体的刷新和转换能力。因此,在控制了年龄以一般认知能力的影响后,我们构建了假设理论模型,如图1所示。

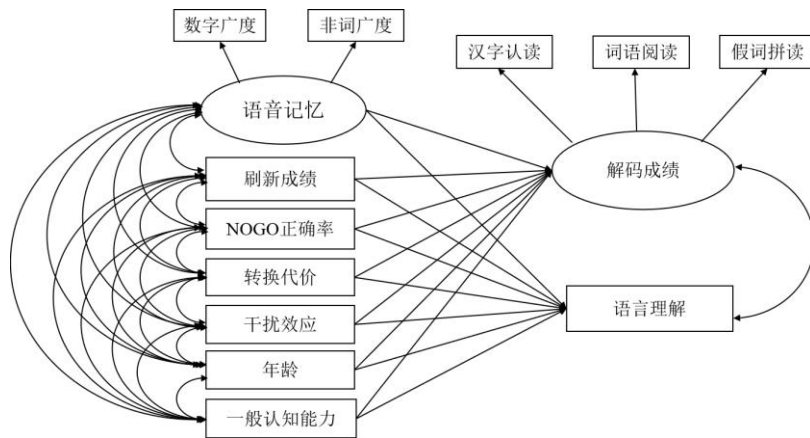


图1 语音记忆和中央执行功能与解码和语言理解关系的假设理论模型

注:单箭头直线表示预测关系,双箭头曲线表示相关关系。

具体修改内容详见“引言”部分最后一段。



意见 3: 作者需要对为什么选择这样一个模型进行验证性因素分析进行阐述。比如, 为什么不把所有的跟中央执行功能相关的测试整个成一个“中央执行功能”的潜变量, 或者是 3 成分“抑制、转换、刷新”的潜变量, 而是目前如此复杂的模型? 作者需要比较不同模型之间的优劣, 选择优胜模型后再进行路径分析。

回应: 感谢审稿专家的意见。根据审稿专家的意见, 我们对该部分内容进行了补充说明, 具体修改如下:

依据假设模型对研究结果进行检验。同时, 在本研究所有模型的检验中, 我们将涉及到中央执行功能任务的各指标合并为一个潜变量建构了竞争模型, 并与本研究的假设模型进行比较。所有模型均依据相应的修正指标 (Modification Indices) 对初始模型进行了修正, 各模型的拟合指标详见表4。

从结果来看, 三年级~六年级阶段的各模型中, 修正后的假设模型各拟合指标最佳 (图2), 模型与数据的拟合指标分别为:  $\chi^2=18.404$ ,  $df=24$ ,  $\chi^2/df=0.767$ ,  $GFI=0.988$ ,  $CFI=1.000$ ,  $AGFI=0.962$ ,  $RMSEA=0.000$ 。这表明, 修正后的假设模型更优。

由表4可知, 三、四年级阶段的各模型中, 修正后的假设模型各拟合指标最佳 (图3), 模型与数据的拟合指标分别为:  $\chi^2=25.179$ ,  $df=24$ ,  $\chi^2/df=1.049$ ,  $GFI=0.974$ ,  $CFI=0.998$ ,  $AGFI=0.917$ ,  $RMSEA=0.018<0.06$ 。这表明, 修正后的假设模型更优。

由表4可知, 五、六年级阶段的各模型中, 假设模型的初始模型各拟合指标最佳 (图4), 模型与数据的拟合指标分别为:  $\chi^2=13.736$ ,  $df=25$ ,  $\chi^2/df=0.549$ ,  $GFI=0.977$ ,  $CFI=1.000$ ,  $AGFI=0.927$ ,  $RMSEA=0.000$ 。在假设模型的检验过程中, 没有出现相应的修正指标, 这表明, 初始假设模型具有良好的拟合度。

具体修改内容详见文中“结果”部分。

表 4 语音加工和中央执行功能与解码和语言理解结构方程模型的拟合指标

年级阶段	模型	$\chi^2$	$df$	$\chi^2/df$	$GFI$	$CFI$	$AGFI$	$RMSEA$
三~六年级阶段	<b>Model 1: 各中央执行功能任务指标合并为潜变量进入模型 (竞争模型)</b>							
	初始模型	51.875	42	1.235	0.994	0.966	0.937	0.030
	修正模型	36.089	40	0.902	0.977	1.000	0.955	0.000
	<b>Model 2: 各中央执行功能任务指标作为独立变量进入模型 (假设模型)</b>							
	初始模型	26.886	25	1.075	0.983	0.999	0.947	0.017
	<b>修正模型</b>	<b>18.404</b>	<b>24</b>	<b>0.767</b>	<b>0.988</b>	<b>1.000</b>	<b>0.962</b>	<b>0.000</b>
三、四年级阶段	<b>Model 3: 各中央执行功能任务指标合并为潜变量进入模型 (竞争模型)</b>							
	初始模型	57.262	42	1.363	0.943	0.980	0.895	0.048
	修正模型	45.066	41	1.099	0.956	0.995	0.915	0.025
	<b>Model 4: 各中央执行功能任务指标作为独立变量进入模型 (假设模型)</b>							
	初始模型	35.953	25	1.438	0.964	0.986	0.889	0.053
	<b>修正模型</b>	<b>25.179</b>	<b>24</b>	<b>1.049</b>	<b>0.974</b>	<b>0.998</b>	<b>0.917</b>	<b>0.018</b>
五、六年级阶段	<b>Model 5: 各中央执行功能任务指标合并为潜变量进入模型 (竞争模型)</b>							
	初始模型	47.600	42	1.133	0.926	0.982	0.862	0.037
	修正模型	43.304	41	1.056	0.934	0.992	0.874	0.024
	<b>Model 6: 各中央执行功能任务指标作为独立变量进入模型 (假设模型)</b>							
	初始模型	13.736	25	0.549	0.977	1.000	0.927	0.000

意见 4: 这一段与研究结果的结合度不高, 应针对研究结果展开对教学的思考, 目前仅稍有

结合，联系还不够紧密。

**回应：**感谢审稿专家的意见。根据审稿专家的意见，我们对该部分内容进行了进一步的修改，具体修改如下：

基于本研究的结果，早期儿童的阅读教学应结合儿童的认知发展特点来展开。首先，对于低年级儿童的阅读教学，应当注重儿童字形-字音之间一致性能力的培养，通过语音记忆能力的培养，促进儿童解码能力和语音意识的发展。其次，对于高年级儿童阅读的教学，应结合语言理解和认知发展关系的特点，开发更为有效的课程教学和评估工具。比如说，对语言理解能力较差儿童的教学，可以结合认知训练和语言理解技能开发更为有效的干预方案。最后，本研究还发现，在各年级阶段，一般认知能力对语言理解保持着稳定的预测作用。也就是说，一般认知能力的培养对于儿童阅读的发展同样重要。在培养儿童阅读相关技能的同时，要注重一般认知能力的培养，促进儿童阅读能力和一般认知能力的相互补充、相互促进。

具体修改内容详见“讨论”部分的最后一段。

**意见 5：**英文摘要的严谨性都还有待提高。

**回应：**感谢审稿专家的意见。根据审稿专家的意见，我们对英文摘要部分的内容进行了进一步的修订，具体修改如下：

### **Abstract**

Reading comprehension is one of the most complex behaviors that we engage in on a regular basis. Decoding and language comprehension are two important components of reading comprehension. While up to now, little research has been devoted to directly explore the effects of phonological memory and central executive function on diverse reading comprehension components (decoding and language comprehension). In addition, the primary school stage is a critical period of development of children's reading ability and cognitive ability. However, few research has focused on the developmental changes in the relationship of phonological memory, central executive function and reading comprehension among children in different grades. Therefore, the purpose of this study is to examine the contribution of phonological memory and central executive function on decoding and language comprehension of children in different grade levels.

256 children completed Chinese Characters Reading, Chinese Word Reading, and Pseudo-Word Reading to investigate decoding ability, as well as a Listening Comprehension Test to examine language comprehension. Additionally, we used Digit Span and Non-word Span to measure children's phonological memory, and GO/NOGO task, Stroop task, Digit updating task and Digit shifting task to investigate children's central executive function. Correlation analysis and structural equation models (SEM) were used to investigate the effects of phonological memory and central executive function on decoding, language comprehension of children in different grades.

Results indicated that, the effect of phonological memory and updating on decoding were significant. Also, the effect of updating and shifting on language comprehension were significant. On further analysis, we divided the four grades into two levels based on the reading stage theory, that third grade and fourth grade as one level, fifth grade and sixth grade as another level. In the third grade and fourth grade level, phonological memory and updating accuracy contributed to decoding. Moreover, updating accuracy and shifting cost predicted language comprehension. In the fifth grade and sixth grade level, only the effect of updating on decoding was significant. The results indicated that, the prediction of phonological memory on decoding disappeared as children

progress through school. More importantly, we found that updating had a relatively stable contribution to decoding across grade levels.

It revealed that different functions of working memory played different roles in reading, which seem that not all cognitive abilities are equally important in the reading process. Furthermore, phonological memory and central executive function produced different predictive effects in decoding and language comprehension as the grades grew.

**Key words** phonological memory; central executive function; primary school children; decoding; language comprehension

具体修改内容详见文中“英文摘要”部分。

---

### 第三轮

**审稿人 2 意见:**

论文经修改,基本可以接受了,只有一个小的文字上的建议:正字法成分这个词不合适,正字法是一种规则,不存在正字法成分的概念,建议改成字形成分。

**回应:**感谢审稿专家的意见,已修改。

**主编终审意见:**

本文章经过修改后基本没有什么问题了,只是一些小的修改建议。具体如下:

**意见 1:**结果中 3.1 除了指出效应显著性之外,还需要阐明差异的方向。

**回应:**非常感谢主编提出的意见,已经对该部分内容进行了补充,具体内容详见文中“结果”部分“3.1 各任务的描述统计以及差异检验结果”。

**意见 2:**GOGO 任务中 GO 刺激和 NOGO 刺激的比例是多少?总试次多少?其他任务中不同条件下的试次数应该阐述清楚。

**回应:**非常感谢主编提出的意见,已经对该部分内容进行了修改和补充,GO 刺激和 NOGO 刺激呈现的比率各占 50%。实验总共包括 2 个练习 block(每个 block 包含 10 个 GO 试次和 10 个 NOGO 试次)和 4 个正式实验 block(每个 block 包含 50 个 GO 试次和 50 个 NOGO 试次),总共包括 420 个试次。其他任务中不同条件下的试次数也进行了补充,具体修改内容见文中“方法”部分。

**意见 3:**数字转换任务中,一开始表述“当数字是绿色时,判断数字是奇数还是偶数(任务 B)”,后面又说“任务 B 是依次给被试呈现 1~9(除了 5)的蓝色数字”。对于任务 B 的数字到底是绿色还是蓝色,应该是统一某个颜色。

**回应:**非常感谢主编提出的意见,已修改,具体修改内容见文中“方法”部分。