

《心理学报》审稿意见与作者回应

题目：汉语发展性阅读障碍儿童视觉同时性加工技能子成分的发展及其与阅读的关系

作者：李杰 杨悦 赵婧

第一轮

审稿人 1 意见：

文章采用以言语材料和非言语材料为刺激的两个联合视觉注意任务，基于 TVA 模型参数估计的方法，探查不同年级组汉语 DD 儿童的视觉同时性加工技能子成分的表现及其与阅读的关系。文章思路清晰、写作规范、讨论深入。但文章两个实验中缺少具体的研究假设，建议作者基于以往的理论分析，补充研究假设。

回应：非常感谢审稿专家对本文研究内容的肯定和您所提出的宝贵建议，我们已根据以往的理论及相关研究，补充了两个实验的具体研究假设。实验 1 以汉字作为言语材料，以往的研究表明拼音文字背景下，发展性阅读障碍者可能在自下而上注意子成分上表现出缺陷，考虑到汉语区别于拼音文字的特性，汉语加工除了表现出自下而上子成分的缺陷，还可能表现出注意空间分布模式等自上而下子成分的缺陷。因此，在前言文献背景的梳理基础之上，我们做出如下假设，详情请见正文前言“1.2.2 基于视觉注意理论的发展性阅读障碍研究”最后一段：“为了回答以上问题，本研究将在汉语语言背景下，基于 TVA 模型参数估计的方法，采用横断发展研究设计系统地探究小学不同年级汉语发展性阅读障碍儿童的视觉同时性加工技能的内在机制，并考察不同视觉同时性加工子成分的发展变化模式及其与汉语阅读的关系。根据汉语特性及以往相关的研究（刘翔平等，2004，2005；肖茜等，2014；Bogon et al., 2014b; Zhao et al., 2018a,b），我们预期汉语 DD 儿童在进行视觉同时性加工时，除了可能会表现出与拼音文字研究结果相似的知觉加工速度和视觉短时记忆容量等自下而上子成分上的缺陷，还会在注意空间分布模式和抗干扰能力等自上而下子成分上出现问题，体现出 DD 者认知缺陷的语言特异性，并且其视觉同时性加工子成分的缺陷会表现出发展差异。此外，参考以往文献（Lobier et al., 2013; Stefanac et al., 2019），我们预期视觉同时性加工技能不同子成分可能与不同水平的汉语阅读技能相关。”

实验 2 以图形作为非言语材料，非言语材料不涉及字形编码、形音匹配、语音提取等言语认知加工过程，可以更好的探查底层的视觉加工方面是否存在缺陷。因此我们做出如下

假设，详情请见正文实验 2 中“2.3 讨论”部分最后一段：“然而实验 1 采用的是汉字刺激材料，视觉同时性加工任务中会涉及到与汉字有关的语言加工过程（如汉字字形编码、形音匹配、语音提取等）。而 DD 儿童在这些汉语加工技能上本来就存在困难，那么他们在视觉同时性加工任务中表现出的缺陷到底反映的是视觉认知方面的问题还是语言技能层面的缺陷？这仍有待通过进一步的研究加以明确。因此，在实验 2 中引入图形作为非言语刺激材料，以更纯粹地探究汉语 DD 儿童的视觉同时性加工技能子成分表现及其与阅读的关系。根据以往研究（Bogon et al., 2014b; Dubois et al., 2010），我们假设在同时加工多个非言语材料时，汉语 DD 儿童的知觉加工速度缺陷会持续存在，反映出基础视觉加工层面的问题。但考虑到注意空间分布模式与阅读的密切关系，其缺陷则可能表现出言语材料的特异性，在加工非言语材料时的缺陷会不如加工多个汉字材料时那么明显。”

审稿人 2 意见：

该文逻辑性比较乱，比如在引言部分，视觉同时性加工和视觉加工广度有何异同，研究者交互使用不同的词汇，却不知道二者的联系。另外，在引言部分，介绍理论过多，相关研究文献偏少，不知道多少文献支持这种缺陷的跨语言差异。而且，为什么要探讨其子成分和阅读的关系也没有论述清楚。

回应：非常感谢审稿专家对本文的批评，我们对您所提的意见进行了深入的思考，并对文章内容、逻辑和表述进行了修改。

视觉同时性加工技能，主要是指个体在不移动眼球的较短时间内（一般为 200ms 及以下），能够平行加工的视觉刺激数量（Bosse et al., 2007），也称为视觉注意广度。在上一版本的正文中，我们主要采用的是“视觉同时性加工技能”的表述方法，在提出相应理论支撑时，我们采用“视觉注意广度缺陷假设”来解释发展性阅读障碍群体的视觉同时性加工缺陷对阅读的影响。非常抱歉，两种术语的混合使用给您带来了困扰和疑惑。在本次修改稿中，我们修改了相关表述，全文统一使用“视觉同时性加工”以减少歧义，如在正文前言“1.1 发展性阅读障碍儿童的视觉同时性加工技能缺陷”第 1 段中，我们有如下表述：“Bosse, Tainturier 和 Valdois（2007）为视觉同时性加工技能对阅读的影响机制提供了一种可能的解释，他们认为 DD 儿童存在同时加工多个视觉元素的缺陷，从而限制了其可以并行加工的元素数量和加工效率，使其不能有效加工较大的视觉单元，进而阻碍快速并行的字词识别过程，

并最终导致阅读困难。”

另外，之前我们在前言 1.2 部分介绍了基于视觉注意理论（TVA）的相关阅读障碍研究，其中既包含 TVA 理论简介，又包含相关实证研究，但因为未合理区分段落内容，让审稿人产生了疑惑，非常抱歉。在修改稿中，我们在 1.2 之下区分了两个部分“1.2.1 视觉注意理论及相应范式的介绍”和“1.2.2 基于视觉注意理论的发展性阅读障碍研究”。此外，由于直接基于 TVA 的 DD 研究较少，且均是在拼音文字语言背景下实施的。在本次修改稿中，为了给视觉同时性加工子成分的跨语言差异提供更充分的依据，除了陈述汉语在语言特性上不同于拼音文字语言的方面之外，我们还梳理了以往分别采用特定任务单独考察汉语 DD 儿童视觉短时记忆容量、知觉加工速度、注意资源空间分布模式和抑制控制的文献。详情请见正文前言部分“1.2.2 基于视觉注意理论的发展性阅读障碍研究”第 2 段：‘考虑到汉语区别于线性拼音文字，其视觉字形结构复杂，属于无切分文本。相对于拼音文字，在汉字识别过程中，需要先对包含不同偏旁部首的复杂汉字字形进行视觉编码，这一加工过程依赖于视觉注意在空间维度的分布权重（Liu, Chen, & Chung, 2015）。同时为了保证汉语阅读流畅性，个体需要准确且有效地从句子中辨别词边界，这与抑制周围汉字词组的干扰以将注意聚焦于当前关注的目标词/字上的抗干扰能力密切相关。鉴于此，不同视觉同时性加工子成分在汉语阅读中的作用或许与拼音文字有所不同，汉语阅读可能更需要与自上而下注意有关的子成分。目前，还未见相关研究基于 TVA 探查汉语 DD 者的视觉同时性加工技能。汉语 DD 者是表现出与拼音文字研究结果类似的自下而上注意子成分的缺陷呢？还是反映出汉语语言特异性，表现出自上而下注意子成分的缺陷？这些问题有待于进一步研究加以明确。以往有文献采用特定范式分别探查汉语 DD 者在视觉加工速度、视觉短时记忆容量、空间注意分布模式和干扰抑制方面的表现。如，已有研究采用轮廓幻应范式、针对不同复杂度刺激的探测任务、快速视觉序列呈现任务等发现，汉语 DD 儿童存在基础的视觉加工速度缺陷（肖茜，张逸玮，赵婧，毕鸿燕，2014；田梦雨等，2016；顾晨璐，周加仙，2019）；通过数字广度、词汇广度和符号广度等短时记忆任务发现，汉语 DD 儿童表现出显著的视觉短时记忆容量问题（刘翔平，杜文仲，王滨，吴思为，2005；程灶火，龚耀先，1998；王恩国，沈德立，吕勇，2008）；同时有研究采用语音干扰抑制加工、语音编码等任务发现，汉语 DD 儿童表现出干扰抑制能力方面的落后（刘翔平，丁玎，杨双，2004；杨炆，2011）；通过视觉识别任务等发现，汉语 DD 儿童存在可能的“左视野忽视”现象（方娴，2019；Zhao et al., 2018a）。这些结果为之后基于 TVA 模型探查汉语 DD 者视觉同时性加工技能的内在机制提供了一定的实证依据。根据这些研究发现可推测，汉语 DD 儿童可能在与视觉同时性加工有关的自上而下和自下而上子成分上都存在缺陷。’

关于探讨视觉同时性加工子成分和阅读关系的原因,我们也在修改稿中进行了补充说明,具体补充信息请见正文前言部分“1.2.2 基于视觉注意理论的发展性阅读障碍研究”中第 1 段内容:“此外,为了进一步探究这些视觉同时性加工子成分与阅读的关系,有研究采用相关分析发现这些自下而上视觉注意子成分与阅读能力的关联密切,知觉加工速度可以预测典型发展儿童的文本阅读速度,加工速度快的儿童比速度慢的儿童的阅读速度快(Lobier, Dubois, & Valdois, 2013);视觉短时记忆容量与高频单词阅读准确性显著相关(Bogon et al., 2014a)。”以及“1.2.2 基于视觉注意理论的发展性阅读障碍研究”中第 3 段内容:“此外,以往拼音文字研究结果显示,DD 者在视觉同时性加工子成分上的表现呈现年龄发展的差异(Bogon et al., 2014b)。在汉语阅读习得过程中,随着年龄的增长,语音的作用逐渐减弱,形义匹配关系逐渐建立并稳定(刘涵隆,赵婧,2018)。读者阅读的材料也逐渐由单字水平扩展到句子、篇章水平。其中,发展到高年级时形成的稳定的形义匹配能力和熟练的句子、篇章阅读能力都与视觉同时性加工技能密不可分。由此可推测,视觉同时性加工技能与汉语阅读的关系可能存在发展差异。以往研究也表明汉语 DD 儿童在整体上的视觉同时性加工技能上表现出缺陷,进一步的分析发现此缺陷仅在小学高年级的 DD 儿童中显著,在小学低、中年级 DD 儿童中不显著(Zhao et al., 2018a, 2018b)。那么小学低、中年级 DD 儿童虽在整体上未表现出视觉同时性加工困难,但其在各相关视觉加工子成分上的表现又如何呢?高年级 DD 儿童的视觉同时性加工技能的缺陷又会显著表现在哪个(些)子成分上呢?这些视觉同时性加工子成分与汉语阅读发展的关系又怎样?这些问题都有待于进一步研究加以明确,后续研究需将被试年龄作为一个重要的考虑因素,从发展的角度探究汉语 DD 儿童在各视觉同时性加工子成分上的表现及其与阅读的关系。”

审稿人 3 意见:

阅读的视觉加工,特别是汉语阅读的视觉加工是阅读认知加工的重要研究领域,也是目前研究结果难以获得一致的领域。因此,进一步深入探讨阅读的视觉加工是研究阅读机制以及阅读障碍机理的重要领域。本研究以 Budensen 视觉注意理论为依据,采用参数估计法,从知觉加工速度 C 、视觉短时记忆存储容量 K 、选择性注意的空间分布模式 ω 、和视觉空间注意抗干扰能力 α 等视觉注意的四个子成分上探讨汉语 DD 儿童的视觉加工特征及其与阅读的关系,是对该领域理论探讨的一个重要的补充。其研究的结果也为汉语 DD 儿童的干预研究提供实证依据。研究结果中发现的问题以及未能解释的部分启发后来者进一步研究。

意见 1: 前言部分对 DD 儿童的概念界定, 请参照 INS、IDA、DSM-IV、ICD10 等国际标准, 并确立本研究的操作性定义; 同时是否考虑基于 SVR 的亚类型划分, 因为不同亚型的 DD 其认知加工过程会不同。

回应: 非常感谢审稿专家提出的宝贵意见。我们根据您的意见, 按照 ICD10 的国际标准, 对发展性阅读障碍进行了重新界定, 并描述了当前对发展性阅读障碍的操作定义。详情请见正文前言部分第一段: “发展性阅读障碍 (Developmental dyslexia, DD) 是常见的一种**起源于神经生物学、严重且持续存在的学习障碍。世界卫生组织 ICD-10 将其定义为个体在一般智力、动机、生活环境和教育条件等方面与其它个体没有明显差异, 也没有明显的视力、听力、神经系统的损伤, 但其阅读成绩明显低于同龄人平均水平 (World Health Organization, 1993), 表现为单词识别、拼写、编码的困难。以往心理学研究中, 主要通过智力测验结合标准化的阅读测验对发展性阅读障碍进行筛选, 拼音文字中常用伍德科克阅读能力测试 (Woodcock Reading Mastey Tests) 进行阅读水平的评估, 而汉语文字背景下则常采用标准化汉字识字量测验来评估阅读水平。本研究参考以往文献 (Zhao, Liu, Liu, & Huang, 2018b; 田梦雨, 张熙, 张逸玮, 毕鸿燕, 2016), 采用智力测试及汉字识字量测试筛查汉语发展性阅读障碍。”** 同时, 本研究参考以往心理学研究者对汉语发展性阅读障碍的研究, 以王孝玲和陶保平编订的标准化汉字识字量测试作为发展性阅读障碍的筛查测试, 并在此基础上确定了本研究发展性阅读障碍儿童的操作性定义, 详情请见正文“2.1.1 被试”中对 DD 儿童的筛选标准的介绍: “DD 儿童的筛选标准如下: 汉语识字测试成绩低于同年级平均值-1.5 个标准差, 瑞文推理测验的标准分高于同年龄常模群体得分的 5%, 并且教师评定其在语文成绩上落后同年级儿童平均水平。”

关于您提到的“是否考虑基于 SVR 的亚类型划分, 因为不同亚型 DD 的认知加工过程会不同。”这一意见, 正如您所说, 发展性阅读障碍是一种特殊的学习障碍, 伴有多种认知缺陷并且存在不同的亚类型。按照不同的划分方式, 发展性阅读障碍的亚类型也有所不同。根据您所说的简单阅读观 (Simple View of Reading, SVR), 阅读障碍可以分为诵读困难亚类型 (dyslexia, 存在单词解码困难, 阅读理解能力正常)、阅读理解障碍亚类型 (hyperlexia, 单词解码能力正常, 存在阅读理解缺陷)、单词识别和阅读理解混合障碍亚类型 (garden variety poor readers, 同时存在解码和理解困难)。不同类型的发展性阅读障碍者的认知加工方式及神经机制有所差异, 可以预期不同亚类型的 DD 者在视觉同时性加工子成分上的表现可能也会表现出差异。在当前的研究中, 由于被试量不够充分, 我们还未能划分 DD 亚类型来做进一步的比较。但如审稿人所说, 未来研究需要区分不同亚类型 DD 并比较他们在不同认知技能上的表现。相关内容已补充到修改稿的研究局限中, 具体请见“5 结论”部分: “此

外，DD是一种特殊的学习障碍，存在不同的亚类型，其认知加工方式和神经机制也因类型不同而有所差异。但本研究未能对所筛选的DD儿童进行亚类型的划分，未来研究可以进一步比较不同亚类型的DD者在视觉同时性加工子成分上的表现。”

参考文献：

- 白丽茹.(2009).阅读障碍检测的“差异模型”与“成分模型”比较分析. *心理科学进展*, 17(02), 299–307.
- 孟泽龙, 张逸玮, 毕鸿燕. (2017). 发展性阅读障碍亚类型研究进展. *心理发展与教育*, 33(1), 113–121.
- 王孝玲, 陶保平. (1993). *小学生识字量测试题库及评价量表*. 上海: 上海教育出版社.
- 赵婧, 毕鸿燕, 杨扬. (2012). 汉语发展性阅读障碍儿童的快速命名与正字法加工技能. *中国心理卫生杂志*, 26(1), 36–40.
- Catts, H. W., Hogan, T. P., & Fey, M.E. (2003). Subgrouping poor readers on the basis of individual differences in reading-related abilities. *Journal of Learning Disabilities*, 36(2), 151–164.
- World Health Organization. (1993). *The ICD-10 classification of mental and behavioural disorders*. World Health Organization.
- Zhao, J., Liu, M., Liu, H., & Huang, C. (2018b). Increased deficit of visual attention span with development in Chinese children with developmental dyslexia. *Scientific Reports*, 8(1), 3153.

意见 2：问题提出部分，关于汉语加工速度、短时记忆的研究引用较少，可以适当补充。建议把这部分调整到文献综述部分，同时可以说明基于 TVA 的汉语研究缺乏。

回应：非常感谢审稿专家提出的宝贵意见。根据您的建议，我们首先补充了单独考察汉语 DD 儿童知觉加工速度、视觉短时记忆容量、视觉空间注意资源分配和抑制控制方面的研究。并将这部分内容重新做了调整，将其整合到发展性阅读障碍的 TVA 研究的文献综述中去，在说明汉语 TVA 研究比较缺乏的同时，也结合汉语特性提出本研究可能的理论假设。详情请见前言部分“1.2.2 基于视觉注意理论的发展性阅读障碍研究”第 2 和第 4 段：‘考虑到汉语区别于线性拼音文字，其视觉字形结构复杂，属于无切分文本。相对于拼音文字，在汉字识别过程中，需要先对包含不同偏旁部首的复杂汉字字形进行视觉编码，这一加工过程依赖于视觉注意在空间维度的分布权重（Liu, Chen, & Chung, 2015）。同时为了保证汉语阅读流畅性，个体需要准确且有效地从句子中辨别词边界，这与抑制周围汉字词组的干扰以将注意聚焦于当前关注的目标词/字上的抗干扰能力密切相关。鉴于此，不同视觉同时性加工子成分在汉语阅读中的作用或许与拼音文字有所不同，汉语阅读可能更需要与自上而下注意有关的子成分。目前，还未见相关研究基于 TVA 探查汉语 DD 者的视觉同时性加工技能。汉语 DD 者是表现出与拼音文字研究结果类似的自下而上注意子成分的缺陷呢？还是反映出汉语语言特异性，表现出自上而下注意子成分的缺陷？这些问题有待于进一步研究加以明确。以往有文献采用特定范式分别探查汉语 DD 者在视觉加工速度、视觉短时记忆容量、空间注意分布模式和干扰抑制方面的表现。如，已有研究采用轮廓幻应范式、针对不同复杂度刺激

的探测任务、快速视觉序列呈现任务等发现,汉语 DD 儿童存在基础的视觉加工速度缺陷(肖茜,张逸玮,赵婧,毕鸿燕,2014;田梦雨等,2016;顾晨璐,周加仙,2019);通过数字广度、词汇广度和符号广度等短时记忆任务发现,汉语 DD 儿童表现出显著的视觉短时记忆容量问题(刘翔平,杜文仲,王滨,吴思为,2005;程灶火,龚耀先,1998;王恩国,沈德立,吕勇,2008);同时有研究采用语音干扰抑制加工、语音编码等任务发现,汉语 DD 儿童表现出干扰抑制能力方面的落后(刘翔平,丁玎,杨双,2004;杨炆,2011);通过视觉识别任务等发现,汉语 DD 儿童存在可能的“左视野忽视”现象(方娴,2019;Zhao et al.,2018a)。这些结果为之后基于 TVA 模型探查汉语 DD 者视觉同时性加工技能的内在机制提供了一定的实证依据。根据这些研究发现可推测,汉语 DD 儿童可能在与视觉同时性加工有关的自上而下和自下而上子成分上都存在缺陷。’

“为了回答以上问题,本研究将在汉语语言背景下,基于 TVA 模型参数估计的方法,采用横断发展研究设计系统地探究小学不同年级汉语发展性阅读障碍儿童的视觉同时性加工技能的内在机制,并考察不同视觉同时性加工子成分的发展变化模式及其与汉语阅读的关系。根据汉语特性及以往相关的研究(刘翔平等,2004,2005;肖茜等,2014;Bogon et al.,2014b;Zhao et al.,2018a,b),我们预期汉语 DD 儿童在进行视觉同时性加工时,除了可能会表现出与拼音文字研究结果相似的知觉加工速度和视觉短时记忆容量等自下而上子成分上的缺陷,还会在注意空间分布模式和抗干扰能力等自上而下子成分上出现问题,体现出 DD 者认知缺陷的语言特异性,并且其视觉同时性加工子成分的缺陷会表现出发展差异。此外,参考以往文献(Lobier et al.,2013;Stefanac et al.,2019),我们预期视觉同时性加工技能不同子成分可能与不同水平的汉语阅读技能相关。”

意见 3: 被试选择需要说明选择条件的同时,请说明选择的依据。是否排除了因学习动力不足以及其他因素引起的阅读困难。需要跟操作性定义保持一致。此外,3、4 年级通常为中年级而非低年级。

回应: 非常感谢审稿专家给出有关被试选择的意见。在修改稿中,我们补充了被试选择的依据,具体请见“2.1.1 被试”部分第 1 段的相关内容:“参考以往研究(Zhao et al.,2018b;田梦雨等,2016),本研究采用瑞文标准推理测试(张厚粲,王晓平,1985)考察学生的非言语智力水平,采用小学生汉语识字测试(王孝玲,陶保平,1993)对学生进行整体阅读发展水平的评估,并结合任课语文教师对儿童的日常语文学习能力的主观评定。DD 儿童的筛选标准如下:汉语识字测试成绩低于同年级平均值-1.5 个标准差,瑞文推理测验的标准分高于同年龄常模群体得分的 5%,并且教师评定其在语文成绩上落后同年级儿童平均水平。”筛

选标准与过程跟操作定义保持一致。

研究没有直接测试学生的学习动力等其他可能的影响因素，但是我们在筛选 DD 儿童的过程中，结合了语文老师对学生的评价。语文老师除了评估学生的语文学习情况，同时对学生的日常学校表现也会给与评价，其中包含关于学习动机的描述，比如老师描述一些学生学习很努力，但还是语文成绩很差。尽管如此，我们在本研究中并未控制学习动机这一因素，在之后的研究中，我们应收集和控制被试更多的背景信息，考虑学习动机、学业成绩、家庭环境等其他因素，使实验设计更加严谨。此外，非常感谢您的提醒，由于我们的不当描述，对 3、4 年级学生的界定有误，已在全文将相应表述改为“中年级”。

参考文献：

田梦雨, 张熙, 张逸玮, 毕鸿燕. (2016). 汉语发展性阅读障碍儿童的不同视野注意能力. *心理与行为研究*, 14(3), 289–297.

肖茜, 张逸玮, 赵婧, 毕鸿燕. (2014). 汉语发展性阅读障碍儿童的视觉快速加工能力. *中国心理卫生杂志*, 28(9), 679–684.

赵婧. (2019). 发展性阅读障碍的视觉注意广度技能. *心理科学进展*, 27(1), 20–26.

赵婧, 毕鸿燕, 杨场. (2012). 汉语发展性阅读障碍儿童的快速命名与正字法加工技能. *中国心理卫生杂志*, 26(1), 36–40.

Zhao, J., Liu, M., Liu, H., & Huang, C. (2018b). Increased deficit of visual attention span with development in Chinese children with developmental dyslexia. *Scientific Reports*, 8(1), 3153.

意见 4: “2.1.2”中不参加正式实验的大学生表述不清，大学生判断的依据？是否选择专业人士如语文老师判断比较客观合理？

字表朗读、句子朗读测验交代不清楚，缺乏信效度。

研究设计中为了降低难度采用了按键反应，对研究结果的影响明显。

是否合理？DD 儿童的工作记忆障碍、快速命名缺陷有着较为充分的研究依据。

回应:非常感谢审稿专家的意见。由于本研究中所用的非言语图形刺激是在 Zhao 等人(2018)研究中的 15 个图形材料基础上优化和调整的，为了和他们保持一致，参考其研究中的刺激属性评估流程，邀请大学生成人被试对材料的复杂度进行评价。由于这些非言语图形刺激材料是日常生活中接触不到的，对于同样是成人的大学生和语文老师而言，相关经验可能是相似的。同时，本研究使用的言语刺激材料是日常生活中常见的高频汉字，选自小学语文一二年级课本。对于此类材料评定时，如审稿人所说，可能邀请像小学语文老师这样的专业人士来评估判断会更加合理。在今后的研究中，我们会采纳审稿人所提的宝贵意见以使材料属性控制和筛选方面更加严谨。

关于您提到的“字表朗读、句子朗读测验交代不清楚，缺乏信效度”的问题。由于篇幅

原因，我们未在上一稿中对字表朗读和句子朗读测验进行详细介绍，是我们的疏忽，非常感谢您提出的宝贵意见。我们已经在正文中对阅读相关技能测试进行了补充介绍，说明了相关的测验内容和信效度。详情请见正文“2.1.1 被试”部分第2段相关内容：‘此外，研究还通过数字快速命名测试（赵婧，毕鸿燕，杨炆，2012）、字表朗读测试（Zhao, Kwok, Liu, Liu, & Huang, 2017）、和句子朗读测试（Zhao et al., 2017）对被试进行了阅读相关技能测试。数字快速命名考察个体的序列自动化加工能力，重测信度为 0.85。测试材料为 2、4、6、7、9 组成的 6 行 5 列的数字矩阵，取两次测验的平均时间（单位为秒）为最终成绩。字表朗读测试测查单字阅读能力，分半信度为 0.93。字表由 400 个真字、13 个非字组成，被试需要在 1 分钟内又快又准地朗读汉字，遇到非字需要快速用笔划掉。以被试 1 分钟内正确朗读出的汉字个数作为该测试的成绩（单位为字/分钟）。采用句子判断任务测查句子流畅阅读水平，分半信度为 0.85。该测试要求被试朗读电脑屏幕上出现的句子，读完后立刻按空格键，之后按键判断其是否符合常理（例如“一年有十二个月”），记录被试判断正确句子的阅读速度（构成某一句子的汉字数与读完该句所用时间的比值）平均值（单位为字/分钟）。’

关于您所说的“研究设计中为了降低难度采用了按键反应，对研究结果的影响明显。是否合理？DD 儿童的工作记忆障碍、快速命名缺陷有着较为充分的研究依据。”首先，非常抱歉我们的表述不甚严谨。正如您所说，以往很多研究发现了 DD 儿童的工作记忆和快速命名缺陷。而传统的用于测查视觉同时性加工技能的全部报告法任务很可能会受到工作记忆、快速形音转换（与快速命名密切相关的技能）等技能的影响（米晓丽，2016；Goswami, 2015）。具体而言，口头报告的反应形式会受到语音加工的影响（Ziegler, Pech-Georgel, Dufau, & Grainger, 2010），全部报告同时呈现的 5-6 个刺激对儿童来说具有一定记忆负担，在这种反应输出阶段很可能出现一边报告一边遗忘的情况。值得一提的是，我们虽然关注视觉同时性加工子成分中的短时记忆容量，但这一子成分是针对同时识别多个视觉刺激的输入阶段，而不是针对反应输出阶段的。所以，如果 DD 儿童在这种采用全部报告反应的任务上表现出缺陷，很可能反映的是其在输出阶段的工作记忆或形音转换效率方面的问题，而不是解码刺激时的视觉同时性加工技能方面的问题。据此，本研究参考相关文献（Lallier et al., 2018；Zhao, Liu, Liu, & Huang, 2018b），采用基于按键反应的联合 TVA 任务，被试需要判断某个图形是否在之前的图形矩阵中出现过。这可以较好的排除语言和工作记忆因素的影响，提高被试的反应效率，并可测量更纯粹的视觉同时性加工技能子成分。在此次修改过程中，在您建议的启发下，我们也仔细思考了目前实验范式的可能局限，相关信息已添加在修改稿的总讨论和结论部分，具体请见“4.3 汉语发展性阅读障碍儿童在视觉短时记忆容量和抗干扰能力等同时性加工子成分上表现正常”第 1 段：‘以往研究是报告全部目标刺激，而本研究对 TVA 范

式进行了调整，将反应形式变为进行“是”或“否”按键判断的部分反应，以在减小语音加工、工作记忆等无关因素影响的基础上测查更纯粹的视觉同时性加工技能。但由于从刺激矩阵呈现到反应判断可能 2s 左右，此过程在一定程度上可能会受到瞬时记忆的影响。’及“5 结论”部分：‘首先，本研究为了更好的排除语音加工、工作记忆等因素的影响，将实验范式改为“是”或“否”的按键反应，但可能因此影响对短时记忆容量的测查。未来可以进一步改良实验程序，使之更加严谨。’

参考文献：

米晓丽.(2016). 汉语发展性阅读障碍儿童视觉注意力研究. (硕士学位论文). 新疆师范大学.

Lallier, M., Abu Mallouh, R., Mohammed, A. M., Khalifa, B., Perea, M., and Carreiras, M. (2018). Does the visual attention span play a role in reading in Arabic? *Scientific studies of reading*, 22(2), 181–190.

Valdois, S., Bidet-Ildei, C., Lassus-Sangosse, D., Reilhac, C., Marie-Ange N' guyen-Morel, & Guinet, E., et al. (2011). A visual processing but no phonological disorder in a child with mixed dyslexia. *Cortex*, 47(10), 1197–1218.

Zhao, J., Liu, M., Liu, H., & Huang, C. (2018b). Increased deficit of visual attention span with development in Chinese children with developmental dyslexia. *Scientific Reports*, 8(1), 3153.

Ziegler, J. C., Pech-Georgel, C., Dufau, S., and Grainger, J. (2010). Rapid processing of letters, digits and symbols: what purely visual-attentional deficit in developmental dyslexia? *Developmental Science*, 13(4), 8–14.

Zoubrinetzky, R., Bielle, F., Valdois, S.(2014). New insights on developmental dyslexia subtypes: Heterogeneity of mixed reading profiles. *Plos One*, 9(6), e99337.

意见 5：“2.22”补充相关分析的结果。

回应：非常感谢审稿专家的意见，我们已在“2.2.2 视觉同时性加工技能子成分缺陷与阅读的关系”部分补充全相关分析的结果，如下表 3。我们的分析思路如下：预处理先做全相关，之后考虑到变量之间的相关关系可能会受到其他因素的影响，因此后续采用分层回归分析某一视觉同时性加工子成分对阅读的独立预测效应。

表 3 汉字和图形材料下视觉同时性加工子成分 C、 ω 与阅读测试成绩的全相关分析

阅读测试	汉字材料		图形材料
	C	ω	C
字朗读	0.19	0.22*	0.16
句子朗读速度	0.10	0.01	0.01

注：* $p < 0.05$ 。C 为知觉加工速度， ω 为选择性注意的空间分布模式。

意见 6：为了探讨 DD 儿童的视觉同时性加工的缺陷是否与汉字语言加工特征有关，似乎应该先进行非语言材料的实验，然后进行语言材料的实验，才符合逻辑，研究的结果也证实了

这个顺序，当有语言参与后，发现低年级 TD 组的选择性注意分布模式向右侧偏侧化。请作者给出解释。

回应：非常感谢审稿专家对研究思路提出的宝贵意见。我们在研究的实验设计中，有如下考虑。在以往拼音文字研究中，对 DD 的 TVA 研究主要以言语材料为主，其结果表明 DD 儿童存在视觉同时性加工自下而上子成分缺陷。考虑到汉语和拼音文字的差别，本研究的实验 1 是想类比以往拼音文字研究，采用相似水平的言语材料（拼音文字：字母 VS 汉语：单字）以考察汉语 DD 儿童视觉同时性加工子成分表现是否存在可能的语言特异性。实验 1 结果表明汉语 DD 儿童在同时加工多个汉字刺激时表现出了类似于拼音文字的加工速度缺陷，同时也表现出了不同于拼音文字研究中的注意资源分布异常问题。

之后，考虑到以往有研究者提出采用言语材料的视觉任务可能会涉及形音匹配等语言加工过程（米晓丽，2016；Goswami, 2015），因此在实验 2 中，我们追溯到语言层面之下的基础认知层面，探查汉语 DD 儿童的视觉同时性加工子成分的表现是否受语言相关因素的影响。如果实验 1 发现的子成分缺陷在实验 2 中未被发现，则此缺陷可能是由于语言因素导致的；但若是某些子成分在非言语材料加工中仍然存在缺陷，则说明此缺陷可能反映的是较纯粹的视觉同时性加工过程。在加工言语材料时，低年级 TD 组的选择性注意分布模式向右侧偏侧化，而在非言语材料中则表现为无偏，说明这种偏侧化可能是由于言语材料特性引起的，且拼音文字中没有显示出偏侧化的缺陷，也能说明汉语语言的特异性。但不管是采用言语材料，还是采用非言语材料，DD 儿童都表现出知觉加工速度的缺陷，此结果则说明这种知觉加工速度子成分的缺陷不受语言因素影响，反映的是基础视觉加工层面的问题。综上所述，我们才先在实验 1 中延续拼音文字中言语材料的研究形式，以高频汉字作为刺激材料探查汉语 DD 儿童的视觉同时性加工子成分，之后再在实验 2 中追溯到非言语层面进行探究。

我们在实验 1 的第 1 段对为何采用言语刺激作为材料进行了解释：“由于以往基于 TVA 模型探查 DD 儿童视觉同时性加工技能内在机制的研究均是以字母作为言语刺激材料，因此在实验 1 中，我们类比地使用高频独体汉字作为言语刺激并结合 CombiTVA 范式，探究不同发展阶段的汉语 DD 儿童的视觉同时性加工能力子成分的表现，并考察可能的子成分缺陷与汉语阅读能力之间的关系。”并且在“2.3 讨论”部分也对此做出了解释，以引出实验 2：“然而实验 1 采用的是汉字刺激材料，视觉同时性加工任务中会涉及到与汉字有关的语言加工过程（如汉字字形编码、形音匹配、语音提取等）。而 DD 儿童在这些汉语加工技能上本来就存在困难，那么他们在视觉同时性加工任务中表现出的缺陷到底反映的是视觉认知方面的问题还是语言技能层面的缺陷？这仍有待通过进一步的研究加以明确。因此，在实验 2 中引入图形作为非言语刺激材料，以更纯粹地探究汉语 DD 儿童的视觉同时性加工技能子成

分表现及与其阅读的关系。根据以往研究 (Bogon et al., 2014b; Dubois et al., 2010), 我们假设在同时加工多个非言语材料时, 汉语 DD 儿童的知觉加工速度缺陷会持续存在, 反映出基础视觉加工层面的问题。但考虑到注意空间分布模式与阅读的密切关系, 其缺陷则可能表现出言语材料的特异性, 在加工非言语材料时的缺陷会不如加工多个汉字材料时那么明显。”

参考文献:

米晓丽.(2016). 汉语发展性阅读障碍儿童视觉注意力研究. (硕士学位论文). 新疆师范大学.

Goswami, Usha. (2015). Visual attention span deficits and assessing causality in developmental dyslexia. *Nature Reviews Neuroscience*. 16(4), 225-226.

意见 7: 实验材料中的非语言材料并非都是图形, 请补充说明材料选择的依据。非语言材料的选择是为了减少语言刺激的影响不够精确, 容易混淆形和音的影响。

回应: 非常感谢审稿专家提出的宝贵意见。我们在实验中所使用的图形材料, 是参考 Zhao 等人 (2018) 的文献选取的。其选用 15 个图形作为实验材料, 我们在其研究材料的基础上补充绘制了一些同类别的图形, 将其混合在一起, 并邀请成人被试对其复杂度进行评分, 结果表明两两之间无显著差异, 说明刺激材料在复杂度上的同质性。经过您的提醒, 我们认真审查每个刺激材料, 然后发现其中一个图形类似汉字“仝”, 但考虑到“仝”是生僻字, 不属于常用汉字, 且在复杂度评分的时候, 也没有成人报告这个图形属于汉字。所以, 在被试为儿童的正式实验中, 这个图形材料被误认为是汉字的可能性会更小。特别感谢您对我们实验材料选择所提的意见, 之后我们会在筛选和制作材料方面更加严谨。

在实验 1 中, 我们采用汉字作为言语材料, 主要涉及字形解码、形音匹配及语音提取等过程。在实验 2 中, 我们选用非言语材料作为刺激, 可以有效减少以上语言相关认知加工过程的影响。非常感谢您的提醒, 我们已经在正文中对相关表述进行修改, 使表达更加精确, 减少歧义。如正文“2.3 讨论”部分最后一段中所述: “然而实验 1 采用的是汉字刺激材料, 视觉同时性加工任务中会涉及到与汉字有关的语言加工过程 (如汉字字形编码、形音匹配、语音提取等)。”

参考文献:

Huang, C., Lorusso, M. L., Luo, Z., & Zhao, J. (2019). Developmental differences in the relationship between visual attention span and Chinese reading fluency. *Frontiers in Psychology*, 10, 2450.

Huang, C., & Zhao, J. (2018). Visual-spatial attention processing in developmental dyslexia. *Advances in Psychological Science*, 26(1), 72-80.

Zhao, J., Kwok, R.K.W., Liu, M., Liu, H., & Huang, C. (2017). Underlying skills of oral and silent reading fluency in Chinese:

perspective of visual rapid processing. *Frontiers in Psychology*, 7, 2082.

Zhao, J., Liu, M., Liu, H., & Huang, C. (2018b). Increased deficit of visual attention span with development in Chinese children with developmental dyslexia. *Scientific Reports*, 8(1), 3153.

意见 8: 局限中是否应该提到对 DD 儿童亚型的进一步研究。

回应: 非常感谢审稿专家提出的宝贵的意见。我们在修改稿中补充了关于本研究未区分 DD 亚类型这一方面的局限，具体请见正文“5 结论”部分最后一段中的内容：“此外，DD 是一种特殊的学习障碍，存在不同的亚类型，其认知加工方式和神经机制也因类型不同而有所差异。但本研究未能对所筛选的 DD 儿童进行亚类型的划分，未来研究可以进一步比较不同亚类型的 DD 者在视觉同时性加工子成分上的表现。”

除此之外，我们在正文“4.3 汉语发展性阅读障碍儿童在视觉短时记忆容量和抗干扰能力等同时性加工子成分上表现正常”第 1 段也提到了未来对 DD 亚型的进一步研究：“这些不一致的结果可能与 DD 的群体异质性有关，未来研究可以区分 DD 的亚类型来进一步明确 DD 者在该视觉同时性加工子成分上的表现情况。”

意见 9: 语言表述不够精炼准确，存在过多重复解释现象，请认真修改语言表达。

回应: 非常感谢审稿专家提出的宝贵意见。我们已经将全文通读，并进行修改，以尽量减少重复解释现象，并精炼语句，使得语言表达更加精准。再次感谢您对本研究提出的所有宝贵意见。

第二轮

审稿人 1 意见: 修改稿中对两个实验的具体研究假设进行了补充，达到了发表水平。

审稿人 3 意见: 作者根据上次审稿意见进行了细致修改，对研究中个别不足地方且无法在本研究中进行修改的，补充了研究的不足。同意修改意见，没有新的修改意见。同意发表。

编委复审意见: 经过专家评审和作者修改，达到了发表的水平。同意采用。

主编终审意见: 本研究以 Budensen 视觉注意理论为基础，采用参数估计方法，对汉语发展性阅读障碍儿童的视觉同时性加工技能缺陷的内在机制进行了考察。本研究实验设计合理，

数据处理过程规范，研究发现具有一定应用价值。经过修改后，本论文已经达到《心理学报》发表文章的相关要求。