

# 颜色叠加层对孤独症谱系障碍儿童视觉工作记忆的影响

艾忆思, 任杰, 王书凝, 陈嘉杰

广州大学教育学院, 广东 广州

收稿日期: 2026年1月15日; 录用日期: 2026年2月10日; 发布日期: 2026年2月27日

## 摘要

目的: 探究颜色叠加层对孤独症谱系障碍儿童的阅读和情绪识别任务表现出的促进作用是否适用于工作记忆相关的任务。方法: 本研究采用n-back (1-back和2-back)任务范式, 考察颜色叠加层与刺激类型(社会性刺激、限制性兴趣刺激、非限制性兴趣刺激)对孤独症谱系障碍儿童工作记忆表现的影响。1-back任务选择了11名ASD儿童和12名TD儿童(7~12岁); 由于2-back任务难度较高, 最终选择了6名ASD儿童和6名TD儿童(7~12岁)参与实验。结果: 结果显示, 颜色叠加层的主效应显著, 在有颜色叠加层条件下, 两组被试的反应时均显著短于无叠加层条件; 2-back任务中, 组别主效应显著, TD组正确率高于ASD组, 而ASD组反应时短于TD组; 刺激类型的主效应及各交互作用均未达到显著水平。结论: 颜色叠加层可能通过提高加工效率而非准确性水平, 对ASD儿童的工作记忆表现产生积极影响。但其作用的稳定性及潜在机制仍需在未来研究中通过更大样本和多方法设计进一步验证。

## 关键词

孤独症谱系障碍, 颜色叠加层, 工作记忆

# The Effect of Color Overlays on Visual Working Memory in Children with Autism Spectrum Disorder

Yisi Ai, Jie Ren, Shuning Wang, Jiajie Chen

College of Education, Guangzhou University, Guangzhou Guangdong

Received: January 15, 2026; accepted: February 10, 2026; published: February 27, 2026

## Abstract

**Objective:** To investigate whether the facilitative effect of color overlays on reading and emotion

**文章引用:** 艾忆思, 任杰, 王书凝, 陈嘉杰(2026). 颜色叠加层对孤独症谱系障碍儿童视觉工作记忆的影响. *心理学进展*, 16(2), 443-453. DOI: 10.12677/ap.2026.162106

recognition tasks in children with autism spectrum disorder (ASD) also extends to working memory related tasks. **Methods:** This study used the n-back task (1-back and 2-back) to examine the effects of color overlays and stimulus type (social stimuli, restricted interest stimuli, non-restricted interest stimuli) on working memory performance in children with ASD. For the 1-back task, 11 children with ASD and 12 typically developing (TD) children (aged 7~12) were included. Due to the higher difficulty of the 2-back task, 6 children with ASD and 6 TD children (aged 7~12) were finally selected for the experiment. **Results:** The main effect of color overlay was significant: under the color overlay condition, response times were significantly shorter for both groups compared to the no-overlay condition. In the 2-back task, the main effect of group was significant: the TD group showed higher accuracy than the ASD group, while the ASD group had shorter response times than the TD group. The main effect of stimulus type and all interaction effects were not statistically significant. **Conclusion:** Color overlays may positively influence working memory performance in children with ASD by improving processing efficiency rather than accuracy. However, the stability of this effect and its underlying mechanisms require further validation in future studies with larger samples and multi-method designs.

## Keywords

Autism Spectrum Disorder, Color Overlays, Working Memory

Copyright © 2026 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

近年来, 孤独症谱系障碍(Autism Spectrum Disorder, ASD)儿童的感觉处理特征受到越来越多的关注。根据第五版《精神疾病诊断和统计手册》(2013), ASD 个体的核心症状之一表现为对感觉输入的过度或低反应性, 以及对环境刺激的异常兴趣。以往研究表明, ASD 个体在多种感觉通道中均存在加工异常(Jones et al., 2003), 其中视觉加工的非典型性被认为是 ASD 最稳定的标志之一。例如, 扫视持续时间能够有效区分 ASD 儿童和典型发展儿童(Wass et al., 2015)。在社会信息加工方面, ASD 儿童同样表现出明显困难, 相关研究发现其在面孔识别任务中较难定向并区分面孔, 且对眼部区域的注视显著减少(Harms et al., 2010; Senju & Johnson, 2009; Tanaka & Sung, 2016)。这种非典型的视觉加工特征被认为是导致 ASD 个体社会交往困难的重要认知基础。

颜色叠加层是指在视觉材料表面覆盖不影响清晰度的透明彩色卡片, 或通过彩色背景呈现刺激, 以提高个体的视觉舒适度。研究发现, 被试往往会报告特定颜色的叠加层可以让文字看起来“更清晰、更舒适”(Wilkins et al., 1994)。既有研究表明, 颜色叠加层可以改善视觉感知和阅读能力, 并减轻与阅读障碍相关的症状(Williams et al., 2005)。在 ASD 群体中, 当儿童使用其自行选择的颜色叠加层时, 其阅读速度和阅读量均显著提高(Ludlow et al., 2006; 2008; 2012)。此外, 颜色叠加层对社会感知也具有积极的影响: 患有视觉压力的典型个体在面部表情识别任务中的表现受损, 而在使用颜色叠加层后可得到改善(Whiting & Robinson, 2001); ASD 个体在颜色叠加条件下相对于无颜色叠加条件, 能够正确识别更多情绪信息(Ludlow et al., 2020)。

关于颜色叠加层发挥作用的机制, 研究者提出了皮质过度兴奋假说(Gillberg, 1991), 认为 ASD 个体所报告的知觉扭曲可能反映了皮层兴奋性过高的状态, 而颜色叠加层能够改变皮层内神经放电的空间分布, 从而降低高兴奋区域的活动水平(Wilkins et al., 2002), 进而对视觉感知产生有益影响。已有研究表明,

颜色叠加层在阅读和情绪识别等任务中的促进作用,可能涉及与工作记忆相关的神经网络。

执行功能缺陷是 ASD 个体的重要认知特征之一,其中工作记忆受损与其孤独症症状及日常功能障碍密切相关(Cui et al., 2010; De Vries & Geurts, 2014; Kleinhans et al., 2005; Lemon et al., 2011)。研究发现,相较于典型发展(Typical Development, TD)个体,ASD 个体在简单任务中工作记忆表现相对完整,但在任务复杂度较高或认知负荷增加时,其工作记忆表现更易受损(Bennetto et al., 1996; Ozonoff & Strayer, 2001; Russell et al., 1996; Steele et al., 2007; Williams et al., 2005)。进一步的研究指出,ASD 个体主要表现为视觉空间工作记忆受损,而言语工作记忆相对保留(Ozonoff & Strayer, 2001; Russell et al., 1996; Steele et al., 2007)。在工作记忆的神经机制层面,Vogan 等人(2014)采用功能性磁共振成像(functional Magnetic Resonance Imaging; fMRI)技术,比较高功能 ASD 儿童与对照组在 1-back 工作记忆任务范式下的皮质激活模式,发现 ASD 儿童更多依赖于视觉及低水平处理相关的后部脑区(如双侧枕叶中部和梭状回),而对照组则主要激活经典的额叶工作记忆网络。另一项脑磁图(magnetoencephalogram; MEG)研究(Sato, 2023)亦发现,在较高记忆负荷(2-back)条件下,ASD 个体在  $\theta$  频段(4~7 Hz)表现出功能连接性降低,该低连接性涉及初级视觉区域与额叶、顶叶及边缘系统之间的连接。

此外,工作记忆表现还会受到刺激材料特征的影响。已有研究指出,ASD 儿童对社会性刺激的注意减少,更倾向于关注非社会性刺激,尤其是与其限制性兴趣相关的物体(Gale et al., 2019; Vacas et al., 2021; Wang et al., 2021)。不同刺激类型所引发的注意偏好差异,被认为是影响 ASD 个体工作记忆加工的重要因素之一。

基于皮质过度兴奋假说,合适的颜色叠加层可以降低 ASD 个体视觉皮层的过度兴奋,减少视觉皮层的过度反应,提高他们在阅读、情绪识别等方面的表现(Williams et al., 2005; Ludlow et al., 2006; 2008; 2012; Whitaker et al., 2016; Whiting & Robinson, 2001; Ludlow et al., 2020)。鉴于 ASD 个体的工作记忆同样涉及与视觉及低水平处理相关的大脑后部区域(Vogan et al., 2014; Zhao et al., 2022),一个尚未得到充分探讨的问题是:颜色叠加层通过调节皮质兴奋性,是否能够改善 ASD 儿童在工作记忆任务中的表现?

因此,本研究采用两种难度水平的 n-back 任务(1-back 和 2-back),并结合三种刺激类型:社会性刺激(面孔:男/女)、限制性兴趣刺激(动物:猫/狗)、非限制性兴趣刺激(乐器:提琴/吉他),探讨颜色叠加层与刺激类型对 ASD 儿童工作记忆表现的影响。

基于上述理论与实证研究,提出如下研究假设:(1)在有颜色叠加层条件下,两组儿童的工作记忆表现优于无颜色叠加层条件;(2)相较于 TD 儿童,ASD 儿童受颜色叠加层的积极影响更大;(3)ASD 儿童在限制性兴趣相关的刺激条件下的工作记忆表现优于其他刺激类型。

## 2. 研究方法

### 2.1. 被试

从广州市的两所学校招募了 19 名 ASD 儿童(18 男,1 女)和 30 名 TD 儿童(22 男,8 女),最终能够完成全部实验且正确率在 50%以上的有 13 名 ASD 儿童(12 男,1 女)和 29 名 TD 儿童(21 男,8 女)。ASD 儿童的先前诊断由学校记录提供,对照组没有任何疾病史。所有被试视力或者矫正视力正常,为右利手,并且对研究的目的不知情。在实验前获得了学校和老师的知情同意。

所有儿童均完成了瑞文测验联合型(Combined Raven's Test, CRT)和皮博迪图片词汇测验修订版(Peabody Picture Vocabulary Test-Revised, PPVT-R),以测量儿童的言语和非言语智力。在实验设计阶段,采用 G-Power 3.1 软件对样本量进行事前效能分析。在设定效应量  $f=0.25$ 、显著性水平  $\alpha=0.05$ 、统计效能  $(1-\beta)=0.80$ 、组别数为 2、重复测量次数为 6 的条件下,结果表明所需最小样本量为 20,本研究所采用的样本量能够满足中等效应量水平下的统计检验需求。

在 1-back 任务的数据分析中, ASD 组有 2 名儿童因在 6 种实验条件(颜色叠加层 \* 刺激类型)中有 1 种及以上条件下的正确率低于 50%而被排除, 最终 11 名 ASD 儿童(10 男, 1 女)纳入数据分析。为保证两组在认知能力上的可比性, 从 TD 组中选取了 12 名与 ASD 组在智商水平上匹配的儿童(10 男, 2 女), 最终共有 11 名 ASD 儿童和 12 名 TD 儿童纳入 1-back 任务的数据分析。两组儿童的人口学信息及 CRT、PPVT-R 测量结果如表 1 所示。结果显示, 两组儿童在年龄上存在显著差异, ASD 组平均年龄显著高于 TD 组儿童, 而两组儿童在 CRT 和 PPVT-R 得分上差异均不显著。

**Table 1.** The mean and standard deviation of subjects' age, CRT, and PPVT-R in 1-back task

**表 1.** 1-back 任务中被试年龄、CRT、PPVT-R 的平均值和标准差

	ASD (n = 11)	TD (n = 12)	<i>t</i>	<i>p</i>
	<i>Mean ± SD</i>	<i>Mean ± SD</i>		
Age (months)	120.82 ± 19.36	84.58 ± 3.73	6.105	0.000
CRT	98.64 ± 15.71	108.67 ± 11.00	-1.787	0.088
PPVT-R	72.55 ± 22.43	84.58 ± 12.03	-1.583	0.199

**Table 2.** The mean and standard deviation of subjects' age, CRT, and PPVT-R in 2-back task

**表 2.** 2-back 任务中被试年龄、CRT、PPVT-R 的平均值和标准差

	ASD (n = 6)	TD (n = 6)	<i>t</i>	<i>p</i>
	<i>Mean ± SD</i>	<i>Mean ± SD</i>		
Age(months)	126.50 ± 24.09	84.00 ± 3.22	4.283	0.007
CRT	97.67 ± 6.25	108.00 ± 9.63	-2.204	0.052
PPVT-R	84.67 ± 13.69	82.00 ± 13.77	0.336	0.744

在 2-back 任务中, 使用了与 1-back 相同的 23 名被试。由于任务难度较高, 在 6 种实验条件中有 1 种及以上条件下正确率低于 50%的被试被排除, 最终共有 6 名 ASD 儿童(5 男, 1 女)和 6 名 TD 儿童(5 男, 1 女)纳入数据分析。最终纳入分析的被试人口学信息及言语和非言语智力测量结果如表 2 所示。结果显示, 两组儿童在年龄上存在显著差异, 而在 CRT 和 PPVT-R 得分上差异均不显著。

## 2.2. 实验材料和流程

### 2.2.1. 瑞文测验联合型(CRT)

本研究采用李丹等人(1988)修订的瑞文测验联合型(Combined Raven's Test, CRT)测量被试的非言语智力水平, 并根据常模表将原始得分转换为标准分。

### 2.2.2. 皮博迪图片词汇测验修订版(PPVT-R)

采用桑标和缪小春(1990)修订的皮博迪图片词汇测验修订版(Peabody Picture Vocabulary Test-Revised, PPVT-R)测量被试的言语智力水平。

### 2.2.3. 颜色叠加层

颜色叠加层是十种颜色的透明 A4 卡片, 包括: 红色、玫红色、粉红色、橙色、黄色、荧黄色、紫色、浅蓝色、深蓝色、绿色。在实验前, 要求被试挑选喜欢的颜色叠加层。将两张相同图片的 A4 纸并排置于桌上, 各覆盖一种颜色叠加层, 被试需比较并选择更舒适、更喜欢的颜色。选定颜色保留, 另一颜色替



(Linear Mixed Model, LMM)对实验数据进行分析。在模型中,将组别(ASD组、TD组)、颜色叠加层条件(有/无)和刺激类型(社会性刺激、限制性兴趣刺激、非限制性兴趣刺激)作为固定效应,被试作为随机效应纳入模型。分别以正确率和反应时为因变量进行分析,显著性水平设定为 $\alpha = 0.05$ 。

### 3. 结果

#### 3.1. 1-back 实验结果分析

本研究采用SPSS软件中的混合线性模型进行数据分析,以组别、颜色叠加层、刺激类型为自变量,分别以正确率、反应时为因变量,年龄作为控制变量进行分析。在分析反应时数据时,首先删除所有错误反应的试次,然后删除实验中每个被试三个标准差之外的反应时数据,最终删去16.6%的试次。

以正确率为因变量的线性混合模型分析结果显示:组别( $p = 0.977$ )、颜色叠加层( $p = 0.731$ )和刺激类型( $p = 0.702$ )的主效应及各交互作用( $p > 0.05$ )均不显著。以反应时为因变量的线性混合模型分析结果显示:颜色叠加层主效应显著, $F(1, 124.32) = 7.555$ ,  $p = 0.007$ ,有颜色叠加层时的反应时显著短于无颜色叠加层。组别( $p = 0.859$ )和刺激类型( $p = 0.634$ )的主效应及各交互作用( $p > 0.05$ )均不显著,各因素之间的交互作用亦未达到显著水平(均 $p > 0.05$ ),结果如表3、表4所示。

**Table 3.** The accuracy rates of ASD group and TD group under six conditions in the 1-back task

**表 3.** ASD组和TD组在1-back任务的六种条件下的正确率

颜色叠加层	刺激类型	ASD (n = 11)		TD (n = 12)	
		Mean	SD	Mean	SD
无颜色	限制性兴趣刺激	0.83	0.10	0.87	0.08
	社会性刺激	0.83	0.13	0.82	0.16
	非限制性兴趣刺激	0.83	0.13	0.83	0.13
有颜色	限制性兴趣刺激	0.86	0.09	0.84	0.13
	社会性刺激	0.85	0.11	0.83	0.11
	非限制性兴趣刺激	0.84	0.11	0.85	0.12

**Table 4.** The reaction time of ASD group and TD group under six conditions in the 1-back task (Unit: Milliseconds)

**表 4.** ASD组和TD组在1-back任务的六种条件下的反应时(单位:毫秒)

颜色叠加层	刺激类型	ASD (n = 11)		TD (n = 12)	
		Mean	SD	Mean	SD
无颜色	限制性兴趣刺激	1358.34	272.85	1330.88	299.44
	社会性刺激	1267.03	283.26	1353.00	386.17
	非限制性兴趣刺激	1413.41	322.45	1442.39	319.36
有颜色	限制性兴趣刺激	1201.06	312.71	1194.88	330.19
	社会性刺激	1227.89	289.67	1218.00	296.44
	非限制性兴趣刺激	1226.78	352.28	1212.49	286.97

#### 3.2. 2-back 实验结果分析

以组别、颜色叠加层、刺激类型为自变量,以正确率、反应时为因变量,年龄作为控制变量,进行线

性混合模型分析。分析反应时数据时,首先删除所有错误反应的试次,然后删除三个标准差之外的数据,最终删去 26.9%的试次。

以正确率为因变量的线性混合模型分析结果显示:组别的主效应显著,  $F(1, 56.33) = 11.631, p = 0.001$ , TD 儿童的正确率明显高于 ASD 儿童。颜色叠加层( $p = 0.763$ )和刺激类型( $p = 0.807$ )的主效应均不显著,各因素之间的交互作用亦未达到显著水平(均  $p > 0.05$ )。以反应时为因变量的线性混合模型分析结果显示:组别的主效应显著,  $F(1, 51.74) = 14.302, p < .001$ , ASD 儿童的反应时显著快于 TD 儿童。颜色叠加层的主效应亦显著,  $F(1, 51.74) = 4.492, p = 0.039$ , 有颜色叠加层时的反应明显快于无颜色叠加层时。刺激类型的主效应( $p = 0.722$ )及各交互作用( $p > 0.05$ )均不显著。结果如表 5、表 6 所示。

**Table 5.** The accuracy rates of ASD group and TD group under six conditions in the 2-back task

**表 5.** ASD 组和 TD 组在 2-back 任务的六种条件下的正确率

颜色叠加层	刺激类型	ASD (n = 6)		TD (n = 6)	
		Mean	SD	Mean	SD
无颜色	限制性兴趣刺激	0.69	0.15	0.81	0.07
	社会性刺激	0.67	0.14	0.77	0.05
	非限制性兴趣刺激	0.65	0.13	0.80	0.09
有颜色	限制性兴趣刺激	0.71	0.16	0.79	0.12
	社会性刺激	0.70	0.18	0.76	0.12
	非限制性兴趣刺激	0.69	0.14	0.79	0.12

**Table 6.** The reaction time of ASD group and TD group under six conditions in the 2-back task (Unit: Milliseconds)

**表 6.** ASD 组和 TD 组在 2-back 任务的六种条件下的反应时(单位: 毫秒)

颜色叠加层	刺激类型	ASD (n = 6)		TD (n = 6)	
		Mean	SD	Mean	SD
无颜色	限制性兴趣刺激	1262.05	147.21	1523.79	453.28
	社会性刺激	1168.08	205.61	1644.91	414.32
	非限制性兴趣刺激	1295.50	157.99	1537.87	279.82
有颜色	限制性兴趣刺激	1160.12	163.49	1267.30	144.52
	社会性刺激	1219.52	266.02	1434.01	297.49
	非限制性兴趣刺激	1197.75	151.98	1342.39	346.98

## 4. 讨论

### 4.1. 颜色叠加层的影响

1-back 和 2-back 任务结果表明,颜色叠加层未显著影响反应的正确率,但显著缩短了反应时间。该结果说明,颜色叠加层对任务完成的准确性并未产生直接促进作用,但在一定程度上提高了被试对视觉刺激的反应速度,从而对视觉信息加工过程产生积极影响,该结果支持了本研究的假设 1。

以往的研究表明,颜色叠加层可以增强被试观测的清晰程度(Wilkins et al., 1994),并且对视觉感知和阅读能力有改善作用(Williams et al., 2005),尤其是当 ASD 儿童使用自己喜欢的颜色叠加层时这种促进作用表现得更为明显(Ludlow et al., 2006; 2008; 2012)。此外,颜色叠加层还被发现能够在一定程度上改善社

会感知和情绪识别等与视觉加工密切相关的功能(Whitaker et al., 2016; Whiting & Robinson, 2001; Ludlow 等, 2020)。本研究结果进一步表明, 颜色叠加层的促进作用同样可能适用于工作记忆相关的反应执行过程。从可能的神经机制角度来看, 相关脑网络研究指出, ASD 个体在整体信息加工和脑网络组织层面可能存在系统性差异, 尤其表现为加工效率和功能连接方式的非典型性(王小溪等, 2026)。在此背景下, 颜色叠加层可能通过降低视觉加工负荷、调节感觉唤醒水平, 从而改善信息处理的效率(Wilkins et al., 2002), 使其主要体现在反应时间的缩短, 而未必直接提升任务正确率。这一结果提示, 颜色叠加层的作用可能更倾向于影响加工过程的速度维度, 而非结果层面的准确性。这为今后制定 ASD 个体的康复训练方案和素材提供了新的依据和参考。

## 4.2. ASD 组与 TD 组的差异

研究结果没有表明组别和颜色叠加层的交互作用, 没有验证假设 2。在 1-back 任务中, ASD 组与 TD 组在有/无叠加层时的反应时和正确率方面都不存在差异。这可能是由于 1-back 任务较为简单。既有研究表明, ASD 个体相对于普通个体在简单任务中工作记忆表现完好, 但在较为复杂的任务中可能表现受损(Bennetto et al., 1996; Ozonoff & Strayer, 2001; Russell et al., 1996; Steele et al., 2007; Williams et al., 2005)。本研究中的 1-back 任务的复杂程度可能并不足以反映 ASD 儿童和普通儿童之间的差异。

在 2-back 任务中, TD 儿童正确率显著高于 ASD 儿童, 这可能是由于 ASD 儿童的视觉加工具有非典型性(Rubenstein & Merzenich, 2003; Simmons et al., 2009), 导致他们相对于普通儿童更难准确判断出图片的差异。而 ASD 儿童的反应快于 TD 儿童, 这一结果可能反映了其在任务策略上的差异。既有研究指出, ASD 个体在情绪与认知调节相关的神经系统中普遍存在功能异常, 这类异常不仅影响情绪调控过程, 也可能波及更广泛的认知控制与信息加工机制(Mazefsky et al., 2013; Dell'Osso et al., 2023)。在这一背景下, ASD 个体在认知任务中可能更倾向于采用以速度为导向的反应策略, 而非以准确性为优先的目标导向加工方式。这一倾向与速度-准确权衡(Speed-accuracy trade-off; SAT)的概念相一致, 即个体对追求速度和追求准确的倾向(Ceccarini et al., 2020)。进一步的研究也发现, 速度-准确权衡特征与个体的自闭特质水平存在关联(Hann et al., 2025), 这可能为本研究中 ASD 儿童在反应时与正确率上呈现出的分离模式提供一种可能的解释。

## 4.3. 刺激类型不影响 ASD 儿童的反应

研究结果表明, ASD 儿童的正确率和反应时在三种刺激类型上无显著差异, 没有验证假设 3。尽管在理论上预期刺激类型可能对 ASD 儿童的工作记忆表现产生影响, 但本研究结果未观察到显著效应。这一结果并不一定否定刺激类型在 ASD 认知加工中的作用, 而更可能反映了该效应对任务情境、刺激选择及个体差异的高度依赖性。

Wang 等人(2021)的研究发现, 与低孤独症兴趣物体相比, 高孤独症兴趣物体更容易吸引 ASD 个体的注意。另一项研究发现当 ASD 儿童在非社会性刺激和社会性刺激之间进行选择时, 他们更倾向于关注非社会性刺激(Gale et al., 2019)。然而, 在本研究所采用的刺激材料和任务范式下, 并未观察到刺激类型对 ASD 儿童反应表现的显著影响。这一结果可能与 ASD 儿童限制性兴趣的高度个体化特征有关。相关调查表明, 平均每个 ASD 儿童约有九个限制性兴趣(Nowell et al., 2021), 且其内容涉及的领域十分广泛(Burrows et al., 2021)。因此, 刻板的 ASD 限制性兴趣可能并不能准确代表个体真实的兴趣偏好(Cho et al., 2017)。所以, 我们所选的限制性兴趣刺激或非限制性兴趣刺激可能并不是本研究中的 ASD 被试所感兴趣或不感兴趣的刺激。

此外, 刺激呈现方式的差异也可能影响结果。在之前的研究中, 非社会性刺激和社会性刺激是同时

呈现的,刺激之间存在竞争关系(Gale et al., 2019),不同刺激吸引被试注意的程度不同导致反应出现差异。而在本研究中,三种不同类型的刺激是继时呈现的,因此可能导致结果没有出现关于刺激类型的效应。从更广泛的理论视角来看,已有研究指出,ASD个体在兴趣偏好、情绪调节与注意分配等方面具有显著异质性,其行为反应在不同任务情境和实验范式下可能表现出较强的情境依赖性(Mazefsky et al., 2013; 靳少举等, 2025)另外,本研究虽然对刺激图片进行了灰度化和尺寸统一处理,但未对空间频率、亮度和对比度等低级视觉特征进行严格的物理匹配。已有研究指出,ASD个体对低级视觉特征较为敏感(Simmons et al., 2009),不同刺激在低级视觉特征上的细微差异,可能在一定程度上掩盖了刺激语义类别所带来的影响。因此,刺激类型是否影响ASD儿童的工作记忆表现,可能依赖于刺激与个体兴趣特征的匹配程度、低级视觉特征的控制水平以及实验范式特征,仍有待在更具个体化设计的研究中进一步探讨。

## 5. 结论与展望

### 5.1. 结论

本研究通过 n-back 任务探讨了颜色叠加层对 ASD 儿童视觉工作记忆的影响。结果表明,颜色叠加层虽没有显著提升任务正确率,但能够显著缩短反应时,说明其在加速视觉信息处理方面具有一定积极作用。此外,颜色叠加层对 ASD 儿童和 TD 儿童的影响模式基本一致,并未表现出对 ASD 群体的特异性增强效应。刺激类型(社会性刺激、限制性兴趣相关刺激及非相关刺激)亦未引起两组儿童在工作记忆正确率或反应时的显著差异。总体而言,本研究结果表明,颜色叠加层可能作为一种操作简便的视觉调节手段,对视觉工作记忆中的反应效率具有一定积极作用,但其作用并不依赖于刺激类型或个体诊断类别。

### 5.2. 局限与展望

本研究存在一定局限性。首先样本量较少,尤其是 2-back 任务难度较大,且本研究中的 ASD 个体不是高功能 ASD,导致较少被试的反应数据纳入分析。这在一定程度上限制了结果的统计效能和外推性。未来可以考虑使用工作记忆的其他实验范式来进行研究,以避免难度对实验结果的影响。其次,研究没有发现刺激类型的效应,可能与 ASD 儿童个体差异性较大有关,未来可以根据个体兴趣进行更加有效地区分来探讨其对 ASD 个体工作记忆的影响。此外,尽管本研究发现颜色叠加层能够缩短反应时间,但其作用的稳定性及潜在机制仍有待进一步澄清。未来的研究应针对这些问题进行更深入的探索。

## 致 谢

本研究在广州大学提供的优质学术平台与科研资源支持下得以完成。衷心感谢我的导师在研究设计、方法实施与论文撰写全过程中给予的悉心指导与持续鼓励,其严谨的治学态度与深厚的学术洞察使我受益匪浅。

特别感谢所有参与本研究的儿童及其家长,他们的真诚参与和宝贵时间为研究提供了重要基础。谨以此论文,向每一位支持本研究的老师、同学与参与者致以最诚挚的谢意。

## 参考文献

- 靳少举, 李艳, 徐胜(2025). 孤独症谱系障碍儿童情绪失调的国外研究进展. *中国儿童保健杂志*, (7), 755-759.
- 王小溪, 于鑫蕊, 孙思翔(2026). 多种功能连接下 ASD 儿童脑网络的分形结构研究. *复杂系统与复杂性科学*. <https://link.cnki.net/urlid/37.1402.N.20260108.1435.006>
- Bennetto, L., Pennington, B. F., & Rogers, S. J. (1996). Intact and Impaired Memory Functions in Autism. *Child Development*, 67, Article No. 1816. <https://doi.org/10.2307/1131734>

- Burrows, C. A., Bodfish, J. W., Wolff, J. J., Vollman, E. P., Altschuler, M. R., Botteron, K. N. et al. (2021). Cataloguing and Characterizing Interests in Typically Developing Toddlers and Toddlers Who Develop ASD. *Autism Research*, 14, 1710-1723. <https://doi.org/10.1002/aur.2543>
- Ceccarini, F., Guerra, S., Peressotti, A., Peressotti, F., Bulgheroni, M., Baccinelli, W. et al. (2020). Speed-Accuracy Trade-Off in Plants. *Psychonomic Bulletin & Review*, 27, 966-973. <https://doi.org/10.3758/s13423-020-01753-4>
- Cho, I. Y. K., Jelinkova, K., Schuetze, M., Vinette, S. A., Rahman, S., McCrimmon, A. et al. (2017). Circumscribed Interests in Adolescents with Autism Spectrum Disorder: A Look beyond Trains, Planes, and Clocks. *PLOS ONE*, 12, e0187414. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0187414>
- Cui, J., Gao, D., Chen, Y., Zou, X., & Wang, Y. (2010). Working Memory in Early-School-Age Children with Asperger's Syndrome. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 40, 958-967. <https://doi.org/10.1007/s10803-010-0943-9>
- de Vries, M., & Geurts, H. M. (2014). Beyond Individual Differences: Are Working Memory and Inhibition Informative Specifiers within ASD? *Journal of Neural Transmission*, 121, 1183-1198. <https://doi.org/10.1007/s00702-014-1225-z>
- Dell'Osso, L., Massoni, L., Battaglini, S., De Felice, C., Nardi, B., Amatori, G. et al. (2023). Emotional Dysregulation as a Part of the Autism Spectrum Continuum: A Literature Review from Late Childhood to Adulthood. *Frontiers in Psychiatry*, 14, Article ID: 1234518. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2023.1234518>
- Gale, C. M., Eikeseth, S., & Klintwall, L. (2019). Children with Autism Show Atypical Preference for Non-Social Stimuli. *Scientific Reports*, 9, Article No. 10355. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-46705-8>
- Gillberg, C. (1991). The Treatment of Epilepsy in Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 21, 61-77. <https://doi.org/10.1007/bf02206998>
- Hann, F., Pesthy, O., Brezóczi, B., Vékony, T., Nagy, C. A., Sapey-Triomphe, L. et al. (2025). Autistic Traits Relate to Speed/Accuracy Trade-Off but Not Statistical Learning and Updating. *Scientific Reports*, 15, Article No. 32001. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-16138-7>
- Harms, M. B., Martin, A., & Wallace, G. L. (2010). Facial Emotion Recognition in Autism Spectrum Disorders: A Review of Behavioral and Neuroimaging Studies. *Neuropsychology Review*, 20, 290-322. <https://doi.org/10.1007/s11065-010-9138-6>
- Jones, R. S. P., Quigney, C., & Huws, J. C. (2003). First-Hand Accounts of Sensory Perceptual Experiences in Autism: A Qualitative Analysis. *Journal of Intellectual & Developmental Disability*, 28, 112-121. <https://doi.org/10.1080/1366825031000147058>
- Kleinhans, N., Akshoomoff, N., & Delis, D. (2005). Executive Functions in Autism and Asperger's Disorder: Flexibility, Fluency, and Inhibition. *Developmental Neuropsychology*, 27, 379-401. [https://doi.org/10.1207/s15326942dn2703\\_5](https://doi.org/10.1207/s15326942dn2703_5)
- Lemon, J. M., Gargaro, B., Enticott, P. G., & Rinehart, N. J. (2011). Brief Report: Executive Functioning in Autism Spectrum Disorders: A Gender Comparison of Response Inhibition. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 41, 352-356. <https://doi.org/10.1007/s10803-010-1039-2>
- Ludlow, A. K., Giannadou, A., Franklin, A., Allen, P. M., Simmons, D. R., & Wilkins, A. J. (2020). The Possible Use of Precision Tinted Lenses to Improve Social Cognition in Children with Autism Spectrum Disorders. *Vision Research*, 170, 53-59. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2020.03.007>
- Ludlow, A. K., Taylor-Whiffen, E., & Wilkins, A. J. (2012). Coloured Filters Enhance the Visual Perception of Social Cues in Children with Autism Spectrum Disorders. *ISRN Neurology*, 2012, Article ID: 298098. <https://doi.org/10.5402/2012/298098>
- Ludlow, A. K., Wilkins, A. J., & Heaton, P. (2006). The Effect of Coloured Overlays on Reading Ability in Children with Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 36, 507-516. <https://doi.org/10.1007/s10803-006-0090-5>
- Ludlow, A. K., Wilkins, A. J., & Heaton, P. (2008). Colored Overlays Enhance Visual Perceptual Performance in Children with Autism Spectrum Disorders. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 2, 498-515. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2007.10.001>
- Mazefsky, C. A., Herrington, J., Siegel, M., Scarpa, A., Maddox, B. B., Scahill, L. et al. (2013). The Role of Emotion Regulation in Autism Spectrum Disorder. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 52, 679-688. <https://doi.org/10.1016/j.jaac.2013.05.006>
- Nowell, K. P., Bernardin, C. J., Brown, C., & Kanne, S. (2021). Characterization of Special Interests in Autism Spectrum Disorder: A Brief Review and Pilot Study Using the Special Interests Survey. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 51, 2711-2724. <https://doi.org/10.1007/s10803-020-04743-6>
- Ozonoff, S., & Strayer, D. L. (2001). Further Evidence of Intact Working Memory in Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 31, 257-263. <https://doi.org/10.1023/a:1010794902139>
- Rubenstein, J. L. R., & Merzenich, M. M. (2003). Model of Autism: Increased Ratio of Excitation/Inhibition in Key Neural Systems. *Genes, Brain and Behavior*, 2, 255-267. <https://doi.org/10.1034/j.1601-183x.2003.00037.x>
- Russell, J., Jarrold, C., & Henry, L. (1996). Working Memory in Children with Autism and with Moderate Learning Difficulties.

- Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 37, 673-686. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1996.tb01459.x>
- Sato, J. (2023). Functional Connectivity Changes during Working Memory in Autism Spectrum Disorder: A Two-Year Longitudinal MEG Study. *NeuroImage: Clinical*, 37, Article ID: 103364. <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2023.103364>
- Senju, A., & Johnson, M. H. (2009). Atypical Eye Contact in Autism: Models, Mechanisms and Development. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 33, 1204-1214. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2009.06.001>
- Simmons, D. R., Robertson, A. E., McKay, L. S., Toal, E., McAleer, P., & Pollick, F. E. (2009). Vision in Autism Spectrum Disorders. *Vision Research*, 49, 2705-2739. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2009.08.005>
- Steele, S. D., Minshew, N. J., Luna, B., & Sweeney, J. A. (2007). Spatial Working Memory Deficits in Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 37, 605-612. <https://doi.org/10.1007/s10803-006-0202-2>
- Tanaka, J. W., & Sung, A. (2016). The “Eye Avoidance” Hypothesis of Autism Face Processing. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 46, 1538-1552. <https://doi.org/10.1007/s10803-013-1976-7>
- Vacas, J., Antolí, A., Sánchez-Raya, A., Pérez-Dueñas, C., & Cuadrado, F. (2021). Visual Preference for Social vs. Non-Social Images in Young Children with Autism Spectrum Disorders. An Eye Tracking Study. *PLOS ONE*, 16, e0252795. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0252795>
- Vogan, V. M., Morgan, B. R., Lee, W., Powell, T. L., Smith, M. L., & Taylor, M. J. (2014). The Neural Correlates of Visuo-Spatial Working Memory in Children with Autism Spectrum Disorder: Effects of Cognitive Load. *Journal of Neurodevelopmental Disorders*, 6, Article No. 19. <https://doi.org/10.1186/1866-1955-6-19>
- Wang, Q., Hoi, S. P., Song, C., Li, T., Lam, C. M., Wang, Y. et al. (2021). Circumscribed Interest Modulates Attention to Eyes in Boys with and without Autism Spectrum Disorder. *Frontiers in Psychiatry*, 12, Article ID: 627365. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2021.627365>
- Wass, S. V., Jones, E. J. H., Gliga, T., Smith, T. J., Charman, T., Johnson, M. H. et al. (2015). Shorter Spontaneous Fixation Durations in Infants with Later Emerging Autism. *Scientific Reports*, 5, Article No. 8284. <https://doi.org/10.1038/srep08284>
- Whitaker, L., Jones, C. R. G., Wilkins, A. J., & Roberson, D. (2016). Judging the Intensity of Emotional Expression in Faces: The Effects of Colored Tints on Individuals with Autism Spectrum Disorder. *Autism Research*, 9, 450-459. <https://doi.org/10.1002/aur.1506>
- Whiting, P. R., & Robinson, G. L. (2001). The Interpretation of Emotion from Facial Expressions for Children with a Visual Sub-Type of Dyslexia. *Australian Journal of Learning Disabilities*, 6, 6-14. <https://doi.org/10.1080/19404150109546682>
- Wilkins, A. J., Evans, B. J. W., Brown, J. A., Busby, A. E., Wingfield, A. E., Jeanes, R. J. et al. (1994). Double-Masked Placebo-Controlled Trial of Precision Spectral Filters in Children Who Use Coloured Overlays. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 14, 365-370. <https://doi.org/10.1111/j.1475-1313.1994.tb00126.x>
- Wilkins, A., Patel, R., Adjamian, P., & Evans, B. (2002). Tinted Spectacles and Visually Sensitive Migraine. *Cephalalgia*, 22, 711-719. <https://doi.org/10.1046/j.1468-2982.2002.00362.x>
- Williams, D. L., Goldstein, G., Carpenter, P. A., & Minshew, N. J. (2005). Verbal and Spatial Working Memory in Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 35, 747-756. <https://doi.org/10.1007/s10803-005-0021-x>
- Zhao, Y., Kay, K. N., Tian, Y., & Ku, Y. (2022). Sensory Recruitment Revisited: Ipsilateral V1 Involved in Visual Working Memory. *Cerebral Cortex*, 32, 1470-1479. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhab300>