

• 元分析(Meta-Analysis) •

孤独症谱系障碍儿童语音情绪识别的障碍：韵律、语义还是整合困难？——基于三水平元分析的探究^{*}

陈丽君¹ 靳悦鑫¹ 曾涵菡² 蒋销柳³

(¹ 福州大学人文社会科学学院应用心理学系, 福州 350108)

(² 中央财经大学社会与心理学院心理学系, 北京 100098) (³ 南开大学社会学院社会心理学系, 天津 300350)

摘要 日常社交的言语交流中同时包含着语义线索和韵律线索, 孤独症谱系儿童社交中判断说话者的情绪是基于韵律还是语义? 对于这一问题的探索有利于了解障碍成因, 并为未来干预提供方向, 但目前悬而未解且争论激烈。由此, 本文对纳入的 47 项研究(包括 93 个效应量, 3142 名被试)使用三水平元分析模型进行分析, 并对分类变量(如任务类型、语境文化、年龄段、对照组匹配类型、语音性别、情绪类型、谱系亚型)进行亚组分析, 对连续变量(发表年份、样本量和研究质量)进行元回归分析。结果发现, 孤独症谱系语音情绪识别表现存在显著缺陷($g = -0.71$); 整合任务效应量最大($g = -0.90$)、韵律任务次之($g = -0.61$)、语义任务的效应量最小($g = -0.49$); 语境文化($p = 0.023$)、整合任务中材料类型($p < 0.001$)可调节孤独症儿童语音情绪识别的表现, 且任务类型与语境文化、情绪类型、谱系亚型存在交互作用。研究支持了“弱中央统合理论”, 研究为理解孤独症社交障碍机制及制定针对性干预措施提供了实证依据。

关键词 孤独症谱系障碍, 语音情绪识别, 语义线索, 韵律线索, 元分析

分类号 B842; R392

1 引言

孤独症谱系障碍(Autism Spectrum Disorder, ASD)是一种神经发育性障碍, 两大核心症状表现为: 社会交往和人际沟通能力缺陷、兴趣狭窄和重复性的刻板行为(Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fifth Edition, DSM-5; 美国精神医学学会, 2015)。情绪识别困难是 ASD 儿童社交障碍的临床特征之一(Baron-Cohen, 1995), 他们在整合和理解他人从非语言线索(如面部表情或情感韵律)传达的情绪方面存在困难(美国精神医学学会, 2015)。目前, 针对于孤独症患者情绪识别障碍的研究多集中于面孔表情线索(Humphreys et al., 2007; 李赞, 2016; Riby &

Hancock, 2009; Scherf et al., 2015)。除了视觉通道中的面部表情、手势等(Meeren et al., 2005), 在日常交流中, 说话者的声音同样包含丰富的情绪信息。这些情绪信息既可能包含在其语义线索中(Grass et al., 2016; Jaspers-Fayer et al., 2012; Mittermeier et al., 2011; Song et al., 2020), 音高、时长、强度等韵律线索也被用来感知不同的情绪状态(Besson et al., 2002; Frühholz et al., 2012), 即所谓弦外之音; 二者都会对语音的加工过程产生影响(Grass et al., 2016)。按照人声情绪加工的多阶段模型(Multi-Stage Model of Vocal Emotion Processing), 语音情绪加工可分为三阶段: 首先, 提取和分析音调、响度、节奏等物理声学特征; 其次, 对语音进行情绪属性标记; 最后, 整合多通道线索, 包括个体认知、韵律、话语内容, 理解深层社会情感意义(Kotz & Paulmann, 2011; Schirmer & Kotz, 2006)。在评价和整合阶段, 对语义线索(Cicero et al., 1999)或韵律线索(Dupuis &

收稿日期: 2025-04-17

^{*} 福建省教育科学规划课题(FJJKBK23-06)。

通信作者: 蒋销柳, E-mail: psyjxl@126.com

Pichora-Fuller, 2010)存在感知困难,或两种线索的错误整合,都可能导致个体语音情绪识别困难。

关于孤独症谱系儿童的语音情绪识别障碍成因是在于语义理解还是韵律感知,抑或是整合困难,这些问题引起了广泛关注也产生诸多分歧。首先,在ASD儿童基于韵律线索进行语音情绪识别这个问题上,研究结果不一。有研究揭示相较于正常儿童,广泛性发展障碍(Pervasive Developmental Disorders, PDD; Hubbard & Trauner, 2007)儿童对语音韵律的掌握存在明显缺陷;与智龄匹配的普通儿童相比,他们在识别高兴、悲伤、生气和惊讶情绪韵律方面的能力明显较弱(Matsuda & Yamamoto, 2015)。但也有得出相反结论:高功能孤独症(High-Functioning Autism, HFA)儿童在识别情绪语调(Baker et al., 2010)、感知句子情感韵律(Grossman et al., 2010)的能力方面与普通儿童相似。其次,是否基于语义线索进行语音情绪识别也尚无统一观点。有研究表明,由儿童孤独症评定量表筛查出来的ASD儿童无法有效利用语义信息精确判断他人情绪状态(Haviland et al., 1996);也有研究显示阿斯伯格综合征(Asperger Syndrome, AS)儿童在识别情绪语义词汇方面的能力与智龄匹配的普通个体相当(Lindner & Rosén, 2006),对情绪词语的大脑激活水平与健康对照组无显著差异(Han et al., 2014)。第三,同时呈现语义和韵律两种冲突的信息,观察ASD儿童更依赖于哪一种,也是探索其语音情绪识别障碍成因的途径,但这一问题依然富有争议。有研究表明高功能孤独症儿童表现出对语义信息的过度关注和依赖,忽略韵律线索,难以整合二者信息(梁丹丹等, 2024);而有的研究却发现那些在普通教育学校中学习的广泛发展性障碍青少年与正常青少年相似,在二者冲突情况下,更能凭借韵律线索进行语音情绪识别;而同样有广泛发展性障碍但在特殊学校学习的ASD青少年则与6~8岁正常儿童类似,未表现出明显的韵律偏好,更依赖词汇内容(Segal et al., 2014)。由此,ASD儿童语音情绪识别障碍在于语义还是韵律,又或是二者整合困难,各自得到了一些实验结果的支持,但未有元分析对三者进行比较。本研究将对这三类成因进行归纳比较,以期探明其潜在机制。

弱中央统合理论(Weak Central Coherence,

WCC)从认知加工偏好的角度,为系统解释ASD个体在语音情绪识别方面的矛盾性提供了理论框架。基于WCC,ASD儿童的核心缺陷在于整合多模态社交线索的动态能力不足,表现为对局部信息的过度关注与整体情境整合的薄弱(Frith & Happé, 1994)。这种“局部优势/全局劣势”的加工特征使ASD个体在情绪识别中面临独特挑战:语音情绪识别需同时解析和整合韵律、语义及社会语境等多维信息,而整合效率会受样本特征与实验设计的双重调节(Leung et al., 2022)。就样本特征而言,首先,语境文化通过塑造社会信息的表达与解读方式影响整合需求;其次,随年龄增长,部分ASD个体可能通过经验积累发展出“规则化”整合策略;此外,既往研究常基于功能水平或亚型的分组(如高、低功能孤独症,阿斯伯格综合征)可能影响情绪识别模式。就实验设计特征而言,首先,语音情绪识别任务中的任务类型,如是语义识别、韵律识别还是二者整合的任务类型很可能会直接影响识别成绩;其次,复杂情绪相较于简单情绪更依赖多线索协同与社会认知整合;且对照组匹配类型(如智商匹配)可排除认知能力混杂,凸显整合障碍的特异性。此外,语音性别差异可能通过声学特征(如音高)影响局部加工优势,间接反映ASD儿童整合策略的僵化。由此,研究拟从样本本身的特点(年龄、语境文化、谱系亚型)、实验设计特征(对照组匹配类型、情绪类型、语音性别、任务类型)以及重要变量之间的交互作用等多角度分析ASD儿童语音情绪识别障碍的潜在原因和可能的调节变量,这对于未来ASD儿童社交发展及干预都具有指导意义。

1.1 ASD儿童语音情绪识别表现的潜在影响因素

1.1.1 样本特征

(1)语境文化。基于高低语境文化的概念(爱德华·霍尔, 2010),文化差异可能显著影响ASD儿童语音尤其是语音情绪识别能力的发展。高语境文化中的言语相对委婉,注重通过非言语线索来传递信息,对口语的理解较依赖环境,包括中国、日本、韩国等国家;而低语境文化中的言语表达更为直白,以语言为载体进行交流,对非语言线索关注较少,包括美国、德国、英国等国家。高语境文化(如中日韩)通过韵律、表情等非语言线索传递深层意图的社会传统,已被实证能塑造儿童早期社会认知模式。比如,日本学龄前儿童较德

国、美国同龄人更擅长利用语调线索解读情感(Matsui et al., 2017), 且这种差异独立于执行功能与心理理论水平(Ikeda et al., 2021)。由此可推论, 高语境文化中成长的 ASD 儿童, 在长期接触副语言线索强化的社会场景中, 可能发展出更高效的语音情绪识别代偿策略, 其表现或将优于低语境文化下的孤独症群体。

(2)年龄。年龄是调节语义与韵律线索依赖程度的关键因素。正常儿童因执行功能发展不成熟, 难以抑制对语义线索的注意转移至韵律线索(Friend & Bryant, 2000), 导致低龄儿童(如6岁)即使被明确要求忽略语义仍难以通过韵律识别情绪(Morton et al., 2003; Waxer & Morton, 2011)。儿童直到从10岁才开始整合韵律线索(Friend & Bryant, 2000)。同样地, 对于 ASD 儿童来说, 随着年龄增长, 神经可塑性可能会促进补偿机制的发展, 从而帮助他们识别基本情绪(Grossman et al., 2000)。而且, 这种补偿效应可能会随着年龄的增加而累积: 梁丹丹等(2024)发现4~8岁高功能 ASD 儿童在冲突条件下依赖语义线索, 而 Brennan 等(2011)在10.5~19.3岁阿斯伯格群体中未发现显著缺陷。尽管亚类型(高功能孤独症 vs. 阿斯伯格)与任务差异可能影响结果, 年龄的调节作用仍为关键解释——高龄孤独症个体可能通过长期适应发展出线索整合策略。

(3)谱系亚型。DSM-5 虽统合为单一谱系, 作为一种谱系障碍, ASD 群体内部的异质性极大, 智力和语言发展能力等均会影响 ASD 个体的功能发展(Chiang et al., 2018; Goodwin et al., 2017)。例如, 阿斯伯格综合征儿童因语言能力接近典型发展(Gyurjyan, 2004; Spyridoula et al., 2021), 在依赖语义内容的语音情绪任务中可能表现优于其他亚型(Lindner & Rosén, 2006), 但对韵律线索的敏感性仍存在缺陷(Schelinski & von Kriegstein, 2019)。高功能 ASD 儿童尽管智力正常, 因中央统合能力较弱, 在需整合语义与韵律的复杂任务中可能出现显著困难(Uljarevic & Hamilton, 2013)。由于阿斯伯格儿童在语言流畅性和复杂性上通常优于高功能孤独症儿童, 而语音情绪识别又与语言能力密切相关(Taylor et al., 2015; 钟检秀, 2015), 这可能使得其在语音情绪识别任务中的表现优于高功能孤独症儿童。因此, 考虑到不同谱系亚型儿童在语言能力与情绪识别任务的差异,

将其作为调节变量之一。

1.1.2 实验设计特征

(1)任务类型。任务类型(语义任务、韵律任务、整合任务)是解析 ASD 儿童语音情绪识别机制的关键维度, 也是探究其障碍成因的核心切入点。语义任务通过语言逻辑与语义分析解码情绪(如词汇、句法及上下文整合), 韵律任务依赖非语言听觉处理提取语调、音高、节奏等声学特征, 而整合任务则需协调多模态信息——在语义与韵律一致时实现互补强化, 冲突时则需抑制干扰(如忽略矛盾语义以优先处理语调)(Leung et al., 2022; Wagener et al., 2021)。尽管单一维度任务(语义或韵律识别)本身也涉及信息整合, 但其复杂度远低于需跨语义与韵律统一协调的整合任务。通过对比三类任务表现, 可揭示 ASD 儿童的语音情绪识别障碍的成因: 若其语义任务表现正常但整合任务显著落后, 则指向整合缺陷; 若韵律任务受损但语义任务优势明显, 则反映对语言逻辑的过度依赖。现有研究虽关注任务整体难度(Yeung, 2022)或语音表达形式(Zhang et al., 2022), 但未系统区分任务类型, 难以辨析障碍根源。本研究通过观察和对比 ASD 儿童在三种任务中与典型发展儿童的差距大小, 为 ASD 儿童语音情绪识别障碍的认知异质性提供解释框架。

(2)对照组匹配类型。对照组匹配类型的选择直接决定研究结论的可比性。当 ASD 组与正常组未进行匹配时, 其结果可能被夸大; 而当组间根据不同的因素进行匹配时, 结果同样可能会出现差异。研究表明, 生理年龄(Fein et al., 1992)、总智商(Jones et al., 2011)、言语智商(Golan et al., 2007)和操作智商(Hillier & Allinson, 2002)均与孤独症患者的情绪识别表现有一定关联。一些研究显示, 以生理年龄进行匹配, ASD 儿童与典型儿童相比, 在情绪形容词识别方面能力更差(Van Lancker et al., 1991), 情感韵律识别能力存在损伤(Ozonoff et al., 1990), 反映 ASD 儿童发展滞后; 而以心理年龄与对照组配对, 二者在情感韵律识别能力无明显差异(Ozonoff et al., 1990)。然而, Järvinen-Pasley 等(2008)的研究却发现, 即使在年龄、言语能力和操作智商匹配的情况下, ASD 儿童在情绪韵律识别中的表现仍与对照组存在显著差异。由此, 对照组匹配类型是否会影响 ASD 儿童语音情绪识别的结果仍值得探究。

(3)语音性别。男性和女性的语音在长度、强度、音高以及音色上存在显著差异,说话者的性别可能是影响语音情绪识别表现的重要因素。Groen 等(2008)发现高功能 ASD 儿童与典型发展儿童在语音性别识别任务中准确率无显著差异;以中文为实验材料,中国的典型儿童在识别语音性别时,对男性声音的性别识别率高于女性声音,而 ASD 儿童则未表现出这种差异(林云强 等, 2021)。两个研究除却被试类型不同,中文是声调语言也可能是导致结果不一的潜在原因。中国典型儿童对不同性别声音识别的差异可能源于男性声音的音高等特征更容易被识别,而 ASD 儿童对声音的性别识别没有显著差异,表明他们在处理语音性别信息时可能存在一定的困难。语音性别识别更多依赖于音高和音色等特征,语音情绪识别还需综合声音的韵律、音高、响度等特征综合分析。虽然目前没有直接证据表明 ASD 儿童在语音情绪识别时会受到语音性别的影响,但基于他们在语音性别识别任务中的表现以及情绪识别与语音性别识别的共同要素,这种可能性值得进一步探究。

(4)情绪类型。ASD 儿童对基本情绪和复杂情绪的语音情绪识别表现不同。基本情绪(如开心、悲伤、愤怒等)的识别具有跨文化一致性(Ekman, 1993),而复杂情绪更多与社会文化相关,其解读依赖于个体的经验、信念和认知状态(Harris, 1991; Izard, 2007)。ASD 儿童对基本情绪的识别存在争议:部分研究发现他们在多通道(如面部、肢体、声音等)识别基本情绪时存在缺陷(Philip et al., 2010; Smith et al., 2010; Sucksmith et al., 2013),而另一些研究则未发现这种障碍(Grossman et al., 2010)。相比之下,ASD 儿童在复杂情绪识别方面则表现出较为一致的缺陷(Capps et al., 1992; Rosenblau et al., 2017)。复杂情绪识别需要整合多通道线索,包括语义内容、韵律和非语言视觉线索等(Fridenson-Hayo et al., 2016; Herba & Phillips, 2004),而 ASD 儿童在识别任务中可能仅应用部分线索。因此,本研究将探讨情绪类型对 ASD 儿童语音情绪识别表现的影响,特别是在基本情绪和复杂情绪中是否存在识别缺陷。

1.2 ASD 儿童语音情绪识别表现的潜在交互作用

1.2.1 任务类型×年龄段

ASD 儿童语音情绪识别表现可能受任务类型

与年龄段的交互作用影响。正如前文所提及,ASD 儿童在不同的年龄段对语义、韵律的依赖程度不同(Friend & Bryant, 2000; 梁丹丹 等, 2024)。有研究发现 ASD 成年人相比 ASD 儿童对韵律的变化感知更敏感(Charpentier et al., 2018),这暗示在韵律情绪识别任务中,ASD 青少年可能比幼儿和儿童的表现更优。此外,随着年龄的增长,ASD 个体可能发展出补偿策略来识别情绪信息(Fridenson-Hayo et al., 2016),即 ASD 个体的情绪识别缺陷(与典型个体相比)可能随着年龄增长而没那么凸显。但也有研究显示 ASD 患者的情绪识别技能在儿童后期之后缺乏改善,而典型儿童的情绪识别技能则持续成熟至成年(Rump et al., 2009; Uono et al., 2011)。这种不一致性很可能与不同研究采用任务的复杂程度有关(Leung et al., 2022)。由此,ASD 儿童在语义、韵律、整合三种不同任务中识别情绪的能力可能因年龄段而异,即任务类型与年龄段存在交互作用。

1.2.2 任务类型×语境文化

在不同任务类型中,ASD 儿童在高低语境文化背景下面临的情绪识别难度不同。低语境文化的交流模式以明确语义为核心;高语境更多依赖非语言线索来传递情绪信息,要求整合多模态信息,显著提升识别难度。语义层面,在高语境环境下很多时候需要结合语境推断隐含语义,ASD 儿童因倾向于字面理解易误判(Segal et al., 2014);而低语境中显性情绪词汇虽简化识别,但高阶语义(如隐喻)识别仍存障碍(Lampri et al., 2024)。韵律层面,高语境背景下语调变化细微且功能较多(如轻柔语气可能表示礼貌或不满),ASD 儿童更难捕捉这些信息;而低语境环境中,韵律情绪会更直接对应,规则更易掌握。整合层面,高语境文化常出现语义与韵律冲突(如反讽)的情况,需结合语境、语调及语义协同分析(Liu et al., 2022)。在整合任务中,情绪信息不一致时,ASD 儿童情绪识别效果最差(Stewart et al., 2013; Wagener et al., 2021);而低语境因信息一致性较高,整合难度相对降低。值得注意的是,高语境儿童长期暴露于非语言线索,可能发展出代偿性策略(如依赖视觉辅助理解隐含情绪),但整合多模态信息的核心缺陷仍持续存在。因此推测,高、低语境 ASD 儿童在整合任务中的表现差异最为显著,尤其在需处理矛盾情绪线索的复杂情境中。

1.2.3 任务类型×情绪类型

ASD 儿童语音情绪识别表现可能受任务类型与情绪类型的交互作用影响。首先, ASD 儿童在情绪加工过程中表现出独特的认知模式, 且多模态信息整合能力相对较弱。研究表明, ASD 个体在语义任务中对语言内容的解析能力较弱, 可能影响对依赖语境的情绪(如惊讶)识别(Liu et al., 2022); 而在韵律任务中, 尽管他们对音调等非语言线索的敏感性存在异质性, 但某些情绪(如愤怒、悲伤)通过声学特征的显著性可能更易被识别(Juslin & Laukka, 2003)。整合任务需要同时协调语义和韵律信息, 而 ASD 的弱中央统合倾向可能导致其对复杂情绪(如讽刺、矛盾情绪)的识别困难(Uljarevic & Hamilton, 2013)。其次, 情绪类型可能因 ASD 儿童对语境线索、社会文化依赖程度的不同, 进一步调节其任务表现差异。基本情绪具有明确的生存适应性, 生物性特征更凸显; 而复杂情绪更多受社会文化的塑造, 需要整合社会情境, 甚至有些复杂情绪包含混合效价(如悲喜交加)(Izard, 2007)。在需要同时协调韵律和语义的整合任务中识别复杂情绪, ASD 儿童可能因认知超载而表现出波动, 尤其对高认知负荷情绪识别更差。因此, ASD 群体可能由于其情绪加工的特异性以及情绪类型本身的特征, 导致其在不同的识别任务中对基本和复杂情绪的识别表现各异。

1.2.4 任务类型×谱系亚型

ASD 儿童在语音情绪识别任务中的表现存在显著异质性, 这种差异不仅与任务类型的认知需求相关, 更可能受到谱系亚型神经发育特征与认知加工模式的深度调节。首先, 不同谱系亚型的语言能力可能驱动任务表现的分离: 阿斯伯格(AS)儿童的语义整合功能相对完整, 这使其在语义依赖型任务中表现优于其他亚型(Lindner & Rosén, 2006)。其次, 在韵律任务中, HFA 和 AS 儿童因突显网络(Salience Network)异常激活导致的注意资源分配失衡, 都表现出注意力缺陷(De Giambattista et al., 2019)。他们都可能过度关注声学细节, 在韵律任务中对高强度情绪(如愤怒)的声学特征表现出选择性敏感, 但对低强度或复杂韵律(如讽刺性升调)的识别仍存在缺陷(Järvinen-Pasley et al., 2008), 即在韵律情绪识别任务中二者差距可能不太明显。再者, 从认知加工视角来看, AS 和 HFA 的认知能力包括语言能力较好、智力正常

(Koyama et al., 2007), 但神经科学证据表明他们在加工情绪信息时杏仁核和眶额叶皮层激活不足、提取和整合情感信息的能力存在损伤, 整体表现为高阶脑区的相对整合力较低, 而感觉区的功能过强(范晓壮 等, 2020)。因此, 在需协调语义和韵律分析的任务中, 他们可能出现系统性失败(Uljarevic & Hamilton, 2013)。由此, 所有亚型均可能因中央统合缺陷而在整合任务中表现不佳, 即 AS 和 HFA 个体与其他亚型(尤其是低功能 ASD)在整合任务上的差距可能不如语义任务的明显。然而, 现有研究多孤立探讨任务类型或谱系分类的主效应, 对二者交互作用的机制缺乏系统性整合。

综上, 关于孤独症谱系障碍儿童在语音情绪识别方面是否存在明显障碍? 若存在, 成因在于 ASD 儿童的语义理解还是韵律探索, 抑或是对二者的整合困难? 对于这些问题的研究结果尚不统一, 难以定论。由此, 本研究将整合国内外相关文献, 考察语义线索和韵律线索对 ASD 儿童语音情绪识别的影响, 厘清其是否存在语音情绪识别障碍及障碍成因。此外, 研究还将探讨发表年份、样本特征(如语境文化、年龄、谱系亚型)、实验设计特征(如任务类型、语音性别、情绪类型、对照组匹配类型)、样本量以及研究质量等对 ASD 儿童语音情绪识别表现的调节效应。通过深入探讨 ASD 儿童在语音情绪识别方面的困难, 本研究不仅有助于理解其在社交交流中的挑战, 还可为其社交能力的发展设计更具针对性的干预方案, 帮助他们更好地融入社会和开展社交活动, 同时为综合情绪识别干预策略的开发提供证据。

2 研究方法

本研究已在 Open Science Framework 平台上进行了预注册 (<https://doi.org/10.17605/OSF.IO/5P3MC>)。

2.1 文献检索

检索步骤如下所述: 以 (“ASD” OR “autism spectrum disorder” OR “autism*” OR “ASC” OR “Asperger” OR “HFA”) AND (“affect*” OR “emotion*”) AND (“perception*” OR “recognition” OR “process*” OR “comprehension*” OR “interpretation” OR “judge*” OR “rate*” OR “decode*”) AND (“prosody*” OR “lexical*” OR “semantics*” OR “word” OR “pragmatic*” OR

“grammar” OR “language” OR “speech” OR “content” OR “verbal” OR “vocal*”)为关键词组合检索 Web of Science、PubMed、ProQuest 三个英文数据库;以(“自闭症” OR “孤独症” OR “阿斯伯格”) AND (情绪识别 OR 言语理解) AND (韵律 OR 语义 OR 词义 OR 句义 OR 语音 OR 口语)为关键词组合检索知网、维普期刊网、万方三个中文数据库,检索时间段起止时间分别设定为 1980 年 1 月 1 日至 2024 年 12 月 28 日。这是因为 1980 年代孤独症研究转向认知与社交缺陷,情绪识别成为研究焦点之一。为了使检索更加完善,使用谷歌学术搜索引擎进行补充,并在阅读文献时按照滚雪球方法查看文后提供的有价值参考文献以及对综述和相关文章进行人工检索,共获取文献 1548 篇。

2.2 文献纳入与排除标准

纳入标准:(1)研究对象必须为孤独症谱系障碍儿童,研究中具有明确的被试年龄变量(18 周岁以内)或“儿童”标注;(2)研究中至少包括两组被试:实验组(ASD 儿童)与典型儿童对照组;(3)研究任务包括语音情绪识别的任务,并且提供完整数据可转化为效应量;(4)重复发表的数据,仅选其一。排除:(1)书籍章节、无原始数据的综述文章、会议记录和专利等;(2)研究对象全部为 18 岁以上的成年人或其他特殊群体;(3)参与者在测试时有

听力障碍或患有并发的情感障碍,如抑郁症等;(4)与 ASD 群体无关的其他人群研究。文献筛选流程见图 1。

2.3 数据提取与质量评估

符合标准的各项研究根据以下变量进行编码:(1)作者姓氏及发表年份;(2)被试所在地:包括所在国家地区及文化划分。根据霍尔的划分标准(赵胤伶,曾绪,2009),高语境文化地区包括亚洲、拉美洲以及非洲等地区;北美、北欧等地区的国家被视为低语境文化;(3)ASD 组和对照组的年龄信息:包括生理年龄及年龄段划分,划分标准参考埃里克森人格发展理论(Erikson, 1994),分为幼儿(3~6 岁)、儿童(6~12 岁)、青少年(12~18 岁);具体划分规则为:a. 年龄范围完全落在单段的标注对应年龄段;b. 年龄范围明显覆盖两个及以上年龄段且无法拆分的,标注为“混合”,该类别不参与年龄段相关的亚组和交互作用分析;c. 年龄范围与上述预设分界稍有偏差的(1 岁左右),或者平均年龄可归入某一特定年龄组且原文采用“学龄前/幼儿”、“学龄期/儿童”、“青少年”等明确类别指称的效应量,则予以归入相应的单一年龄段进行分析,以尽可能提升年龄段变量呈现原始研究信息的能力、缓解各类别数量不均对统计效能带来的不利影响;(4)ASD 组和对照组的性别比;(5)样本量;(6)语音情绪识别任务类型:语义、韵

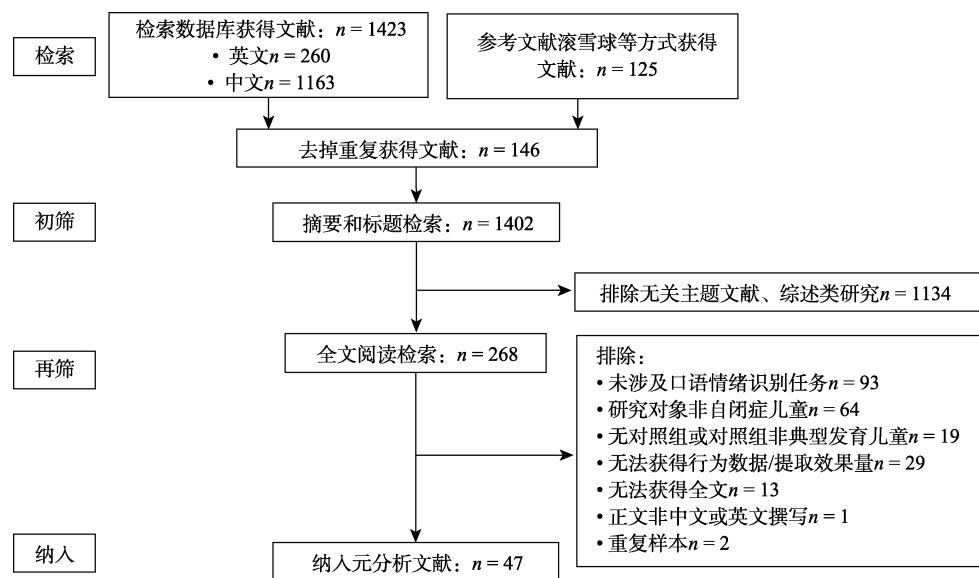


图 1 文献检索与筛选流程图

律或二者整合任务。语义任务是指要求被试识别语义所传递的情绪; 韵律任务是指要求被试识别韵律所传递的情绪; 整合任务是指要求被试识别语音(未指定是韵律还是语义)整体传递的情绪; (7) 对照组匹配类型: 对照组与 ASD 组在心理年龄、生理年龄、言语智商、操作智商或总智商等任一指标上进行匹配的情况, 即研究在上述任一指标上组间匹配成功, 则予以记录; (8) 语音性别: 发声者性别为男女都有、男性或女性; (9) 情绪类型: 基本情绪包括高兴、愤怒、恐惧、悲伤、惊讶、厌恶六种情绪(Ekman, 1982), 其余为复杂情绪; (10) 材料类型: ①通过韵律表达情绪的材料: 词句内容中性或无语义(如无意义音节), 仅通过韵律传达情绪; ②依赖语义表达情绪的材料: 词句的韵律中性, 仅通过语义传达情绪; ③韵律与语义一致材料: 词句的韵律和语义传达明显的、相同的情绪信息; ④韵律与语义冲突材料: 词句的韵律和语义传达明显的、矛盾的情绪信息; ⑤综合韵律与语义线索材料: 同时包含语义和韵律情绪线索(如综合性视频), 但二者没有明显的一致性 or 冲突性, 通过综合线索来判断情绪信息。数据提取遵循原则: 以独立样本为单位进行效应量提取, 同一篇文献提供多个效应量的情况则分别进行编码。参照前人的文献质量评价体系(任璟玥 等, 2023; 张亚利 等, 2019), 本研究对纳入文献采用以下细则进行质量评估: (1) 对照组匹配(0~2 分): 0 = 在心理年龄、生理年龄、言语智商、操作智商或总智商任一指标上均未报告进行匹配或匹配不成功, 1 = 成功匹配任一指标但未报告具体数值, 2 = 成功匹配且报告组间比较统计结果; (2) 诊断标准(0~2 分): 0 = 未报告诊断标准, 1 = 仅报告诊断标准(如依据《国际疾病分类》、DSM、临床医生评估等), 2 = 报告诊断标准基础上给出 ASD 组的症状/量表具体得分; (3) 论文形式(0~1 分): 0 = 未正式发表的学位论文, 1 = 正式发表的期刊论文; (4) ASD 组样本量(0~1 分): 0 = ASD 组样本量不足 30 人, 1 = 达到或超过 30 人。各项得分相加构成文献质量评估总分, 分值越高, 表明文献质量越高。

2.4 模型选择

本研究纳入的多数原始文献中, 同一研究样本通常涉及多个效应量(如同时评估韵律任务、语义任务和整合任务), 这些效应量之间存在一定程

度的相关性和依赖性。此外, 部分研究还报告了来自不同样本的多个效应量, 这进一步增加了数据的复杂性。在这种情况下, 若采用假设效应量彼此独立的固定效应模型或随机效应模型, 可能会导致元分析结果的偏倚或高估(Lipsey & Wilson, 2001)。为应对上述问题, 本研究采用了三水平元分析模型, 同时引入了不同样本的层级以捕捉同一研究中不同样本间的差异。三水平模型通过进一步分解效应量的方差来源, 将其划分为以下层级: 第一层级反映抽样误差, 即因原始研究样本的抽样过程引起的方差; 第二层级捕捉同一研究内不同效应量的差异, 若该层级异质性显著, 则表明同一研究的不同效应量之间存在显著差异性; 第三层级体现了不同研究之间效应量的差异, 若显著, 则说明不同研究的效应量存在异质性(Cheung, 2014)。与传统元分析相比, 三水平元分析在处理来自同一研究的效应量依赖性以及同一研究内不同样本和不同效应量的异质性方面具有显著优势。该模型在最大程度保留数据信息的同时, 提高了统计检验效能(Assink & Wibbelink, 2016)。基于此, 本研究将利用三水平元分析模型进行主效应检验、异质性检验、调节效应分析、发表偏倚评估以及敏感性分析, 以期全面揭示数据结构中的潜在规律性和调节作用。此外, 本研究还通过嵌套模型的方法进一步控制多层次数据结构的复杂性, 以期更准确地捕捉效应量的真实变异来源。

2.5 效应量计算

在本研究中, 我们运用 R 软件中的 metafor 包开展元分析, 具体流程涵盖发表偏倚检验、主效应检验以及调节效应检验; 参考 Nakagawa 等(2023)的研究, 运用 orchaRd 2.0 包绘制果园图(Orchard Plot), 以直观、清晰地展示达到统计显著的调节效应和交互作用的具体结果。鉴于语音情绪识别表现相关研究通常以均值和标准差作为评判依据, 故本研究选取标准化的均数差 Hedge's g 作为效应量指标。Hedge's g 对小样本量进行了修正(Hedges, 1981), 相较于 Cohen's d 能够提供更为精确的估计(Caron et al., 1988)。在效应量大小的界定上, Hedge's g 的值 0.20、0.50、0.80 分别对应小、中、大效应量。需要指出的是, 当 g 取负值时, 表明实验组的 ASD 儿童在语音情绪识别方面的表现劣于对照组的典型儿童。此外, 为确

保结果的稳健性,本研究采用 Cook 距离法对效应量进行影响力分析,并对结果进行敏感性分析。

2.6 发表偏倚检验

发表偏倚指的是结果显著的研究被发表的几率更大(Rothstein et al., 2005),导致已发表的文献中有统计学意义的结果远高于无统计学意义的结果,研究者可能只收集了已经出版的统计显著的文献,进而对元分析结果产生影响。本研究使用漏斗图(Funnel Plot)与失安全系数法(Fail-Safe Number, Nfs)评估发表偏倚风险(Khoury et al., 2013)。

3 结果

3.1 文献纳入

本研究纳入文献 47 篇,包含 93 个效应值、3142 名被试,其中 5 篇硕博论文,42 篇期刊论文,原始文献信息见网络版附录附表 1。纳入的文献质量得分范围为 3~6,平均分为 4.45 ± 0.65 。

3.2 主效应与异质性检验

采用三水平嵌套元分析模型对孤独症谱系障碍儿童在语音情绪识别方面的表现进行主效应估计。初步分析结果显示,总体效应量 Hedges' g 为 -0.84 (95% CI $[-1.08, -0.60]$, $p < 0.001$),表明 ASD 儿童在语音情绪识别上显著低于典型发展儿童。通过 Cook 距离法对效应量进行影响力分析(见网络版附图 1),发现两项研究结果存在异常,故将其剔除后重新进行计算总效应,得到修正后的效应量 g 为 -0.71 (95% CI $[-0.89, -0.54]$, $p < 0.001$),依然显示出中等程度的缺陷。进一步采用敏感性分析检验结果的稳健性,排除任意一个样本后的效应量 g 值在 $-0.73 \sim -0.69$ 之间波动($p < 0.001$),表明修正后的结果具有较高的稳定性。各研究效应量及其 95%置信区间见网络版附图 2。

异质性检验结果显示,总体模型存在显著的高异质性($Q_{df=90} = 421.30$, $p < 0.001$)。方差分量分析显示,总方差中,抽样方差(采样误差)贡献 22.28%,研究间异质性方差贡献最高达 48.91%,同一研究不同样本之间的异质性贡献 2.72%,效应量之间的异质性贡献 26.09%。研究间的异质性大于效应量的异质性,意味着各个研究的设计和实施差异对效应量的影响更为显著。这可能反映了不同研究所使用的材料、测量方法、样本特征或其他背景变量之间的差异,对结果产生了更大的影响。通过似然比检验(Likelihood Ratio Test,

LRT)评估各层级异质性的显著性。结果显示,移除研究间异质性层级后,模型拟合显著下降($LRT = 9.37$, $p = 0.002$),表明包含研究间异质性层级的三水平模型相比两水平模型能够更准确地捕捉效应量的数据生成过程和异质性来源,即三水平模型更能代表本研究所纳入效应量的分层结构;同样,移除效应量之间的异质性层级也显著恶化模型拟合($LRT = 11.76$, $p < 0.001$)。这些结果表明需进一步探讨影响 ASD 儿童语音情绪识别能力的潜在因素。

3.3 发表偏倚检验

漏斗图显示纳入的效应量基本均匀分布在总效应量的两侧,发表偏倚的可能性较低(见网络版附图 3);失安全系数 Nfs 为 1654,大于临界值($5K + 10 = 465$, K 表示效应量个数),表明研究中存在发表偏倚的可能性较小。

3.4 调节效应与交互作用检验

首先对障碍成因进行探究,根据任务类型分为整合、语义和韵律三类。结果表明,整合任务的效应量最大($g = -0.90$, $k = 39$, $p < 0.001$),显著高于语义任务($g = -0.49$, $k = 12$, $p = 0.005$)和韵律任务($g = -0.61$, $k = 40$, $p < 0.001$) (见网络版附图 4)。具体而言,整合任务与语义任务($p = 0.012$)、韵律任务的效应量差异显著($p = 0.043$),但语义任务与韵律任务之间的差异未达显著水平($p = 0.491$)。

对 ASD 儿童语音情绪识别的差异表现进行调节效应与交互作用检验(见表 1)。在被试特征中:(1)语境文化的调节作用显著($p = 0.023$):在高语境文化中,ASD 儿童的语音情绪识别表现与典型发展儿童差距更大(高语境文化 $g = -1.03$ vs 低语境文化 $g = -0.60$) (见网络版附图 5);(2)年龄段的调节效应不显著($p = 0.086$),其中儿童阶段(6~12岁)的效应量最大($g = -0.92$, $k = 49$);(3)谱系亚型的调节作用不显著($p = 0.335$),其中高功能(HFA)组的效应量最大($g = -0.87$, $k = 28$);(4)对照组匹配类型的调节效应不显著($p = 0.649$):与匹配操作智商下差距扩大相比,其他匹配类型的 ASD 儿童语音情绪识别与典型儿童的表现差距虽有所缩减,但不明显。在实验设计特征中:(5)语音性别的调节效应不显著($p = 0.262$);(6)情绪类型中,与典型儿童相比,ASD 儿童对复杂情绪的识别差距最大,其次是混合呈现,基本情绪识别的差距

最小, 但组间差异不显著($p = 0.359$)。(7)为更清晰地呈现主要交互作用(任务类型 $\times$ 语境文化, $p = 0.035$; 任务类型 $\times$ 情绪类型, $p = 0.019$; 任务类型 $\times$ 谱系亚型, $p = 0.060$), 依次绘制果园图进行可视化(详见图 2), 直观展示不同组别间效应量的置信区间、权重和分布差异。(8)整合任务下的材料类型调节效应显著($p < 0.001$), 同时呈现韵律与语义线索但二者无关的材料时, ASD 儿童与典型儿童的表现差别最大($g = -1.16$), 其次是韵律与语义冲突材料($g = -0.80$)和依赖韵律表达情绪的材料($g = -0.78$), 使用韵律与语义一致材料时

($g = -0.22$)二者的表现差异最小(见网络版附图 6)。(9)在整合任务中, 听觉通道与跨通道的材料呈现方式差异未达显著水平($p = 0.469$), 但材料类型与呈现通道的交互效应显著($p < 0.001$)。具体分析显示: 综合韵律与语义线索条件下, 无论是听觉通道($g = -1.36$)还是跨通道($g = -1.03$)效应量都较大; 而在韵律与语义一致条件下, 听觉通道的效应量最小($g = -0.15$) (见网络版附图 7)。(10)元回归分析结果显示, ASD 儿童语音情绪识别表现并未因发表年份($p = 0.338$)、样本量($p = 0.667$)和研究质量($p = 0.995$)的差异而发生显著变化。

表 1 ASD 儿童语音情绪识别的亚组与交互作用分析

影响因素	类别	<i>k</i>	<i>Q</i> (<i>df</i>)	<i>F</i> (<i>df1</i> , <i>df2</i>)	Hedges' <i>g</i>	<i>SE</i>	95% CI	<i>t</i>	<i>p</i>
任务类型	整合	39	$Q(88) = 393.35$, $p < 0.001$	$F(2, 88) = 4.34$, $p = 0.016$	-0.90	0.12	[-1.13, -0.67]	-7.68	< 0.001
	语义	12			-0.49	0.17	[-0.83, -0.15]	-2.88	0.005
	韵律	40			-0.61	0.10	[-0.82, -0.41]	-5.33	< 0.001
	整合 vs. 语义	/			0.41	0.16	[0.09, 0.72]	2.58	0.012
	整合 vs. 韵律	/			0.28	0.14	[0.01, 0.56]	2.05	0.043
	语义 vs. 韵律	/			-0.13	0.18	[-0.48, 0.23]	-0.69	0.491
语境文化	低语境文化	56	$Q(89) = 411.25$, $p < 0.001$	$F(1, 89) = 5.35$, $p = 0.023$	-0.60	0.10	[-0.79, -0.40]	-6.12	< 0.001
	高语境文化	35			-1.03	0.16	[-1.35, -0.71]	-6.40	< 0.001
年龄段	幼儿	7	$Q(58) = 218.54$, $p < 0.001$	$F(2, 58) = 2.56$, $p = 0.086$	-0.54	0.26	[-1.05, -0.02]	-2.10	0.040
	儿童	49			-0.92	0.10	[-1.13, -0.72]	-9.03	< 0.001
	青少年	5			-0.41	0.29	[-0.98, 0.17]	-1.42	0.160
谱系亚型	AS	6	$Q(79) = 285.01$, $p < 0.001$	$F(2, 79) = 2.19$, $p = 0.335$	-0.44	0.26	[-0.95, 0.06]	-1.72	0.086
	HFA	28			-0.87	0.13	[-1.12, -0.61]	-6.72	< 0.001
	ASD	48			-0.75	0.11	[-0.97, -0.54]	-6.89	< 0.001
对照组匹配类型(匹配任一条件)	截距(未匹配任一条件)	/	$Q(85) = 412.22$, $p < 0.001$	$F(5, 85) = 3.33$, $p = 0.649$	-1.04	0.24	[-1.51, -0.57]	-4.32	< 0.001
	心理年龄	3			0.12	0.60	[-1.07, 1.30]	0.19	0.846
	生理年龄	57			0.21	0.23	[-0.25, 0.66]	0.88	0.381
	言语智商	49			0.24	0.24	[-0.22, 0.70]	1.03	0.304
	操作智商	30			-0.19	0.23	[-0.65, 0.27]	-0.80	0.422
	总智商	38			0.25	0.20	[-0.14, 0.63]	1.25	0.212
语音性别	都有	18	$Q(54) = 295.90$, $p < 0.001$	$F(2, 54) = 1.38$, $p = 0.262$	-0.80	0.18	[-1.16, -0.45]	-4.49	< 0.001
	男性	5			-0.21	0.33	[-0.86, 0.44]	-0.64	0.524
	女性	34			-0.56	0.18	[-0.92, -0.20]	-3.13	0.003
情绪类型	复杂情绪	38	$Q(85) = 306.32$, $p < 0.001$	$F(2, 85) = 1.04$, $p = 0.359$	-0.95	0.14	[-1.23, -0.67]	-6.79	< 0.001
	混合呈现	3			-0.81	0.38	[-1.56, -0.06]	-2.14	0.036
	基本情绪	47			-0.72	0.09	[-0.91, -0.54]	-7.91	< 0.001
任务类型 $\times$ 年龄段 ^a	整合-幼儿	5	$Q(53) = 192.72$, $p < 0.001$	$F(5, 53) = 1.74$, $p = 0.141$	-0.64	0.29	[-1.23, -0.05]		
	整合-儿童	24			-1.12	0.14	[-1.41, -0.83]		
	语义-幼儿	2			-0.50	0.41	[-1.32, 0.33]		

续表

影响因素	类别	<i>k</i>	<i>Q</i> (<i>df</i>)	<i>F</i> (<i>df1</i> , <i>df2</i>)	Hedges' <i>g</i>	<i>SE</i>	95% CI	<i>t</i>	<i>p</i>
任务类型 × 年龄段 ^a	语义-儿童	6	<i>Q</i> (53) = 192.72, <i>p</i> < 0.001	<i>F</i> (5, 53) = 1.74, <i>p</i> = 0.141	-0.67	0.24	[-1.16, -0.19]		
	韵律-儿童	19			-0.80	0.14	[-1.08, -0.52]		
	韵律-青少年	3			-0.63	0.35	[-1.34, 0.09]		
任务类型 × 语境文化	整合-低	18	<i>Q</i> (85) = 352.26, <i>p</i> < 0.001	<i>F</i> (5, 85) = 2.52, <i>p</i> = 0.035	-0.79	0.15	[-1.09, -0.49]		
	整合-高	21			-1.12	0.19	[-1.51, -0.74]		
	语义-低	4			-0.32	0.27	[-0.87, 0.22]		
	语义-高	8			-0.75	0.25	[-1.24, -0.26]		
	韵律-低	34			-0.53	0.11	[-0.75, -0.30]		
	韵律-高	6			-0.96	0.25	[-1.46, -0.47]		
	整合-基本情绪	19			-0.72	0.13	[-0.98, -0.46]		
任务类型 × 情绪类型 ^b	整合-复杂情绪	23	<i>Q</i> (80) = 281.17, <i>p</i> < 0.001	<i>F</i> (5, 80) = 2.90, <i>p</i> = 0.019	-1.16	0.15	[-1.47, -0.85]		
	整合-混合呈现	2			-1.19	0.42	[-2.02, -0.35]		
	语义-复杂情绪	10			-0.78	0.19	[-1.16, -0.39]		
	韵律-基本情绪	27			-0.78	0.11	[-1.00, -0.55]		
	韵律-复杂情绪	5			-0.43	0.26	[-0.94, 0.08]		
	整合-基本情绪	19			-0.72	0.13	[-0.98, -0.46]		
任务类型 × 谱系亚型 ^c	AS-韵律	4	<i>Q</i> (73) = 262.93, <i>p</i> < 0.001	<i>F</i> (6, 73) = 2.13, <i>p</i> = 0.060	-0.57	0.30	[-1.16, 0.02]		
	HFA-整合	10			-0.80	0.20	[-1.20, -0.40]		
	HFA-语义	3			-0.73	0.32	[-1.36, -0.09]		
	HFA-韵律	15			-0.93	0.17	[-1.27, -0.59]		
	ASD-整合	25			-1.07	0.16	[-1.39, -0.76]		
	ASD-语义	8			-0.63	0.22	[-1.06, -0.19]		
	ASD-韵律	15			-0.53	0.15	[-0.82, -0.23]		
语境文化 × 年龄段 ^d	低语境-儿童	24	<i>Q</i> (57) = 216.90, <i>p</i> < 0.001	<i>F</i> (3, 57) = 1.83, <i>p</i> = 0.152	-0.86	0.14	[-1.13, -0.59]		
	低语境-青少年	5			-0.40	0.29	[-0.98, 0.18]		
	高语境-幼儿	7			-0.63	0.27	[-1.17, -0.09]		
	高语境-儿童	25			-1.02	0.16	[-1.34, -0.69]		
整合任务的 材料类型	依赖韵律表达情绪的材料	8	<i>Q</i> (34) = 55.72, <i>p</i> = 0.011	<i>F</i> (3, 34) = 9.25, <i>p</i> < 0.001	-0.78	0.15	[-1.09, -0.47]	-5.16	< 0.001
	综合韵律与语义线索材料	9			-1.16	0.15	[-1.46, -0.86]	-7.84	< 0.001
	韵律与语义一致材料	9			-0.22	0.13	[-0.48, 0.05]	-1.68	0.103
	韵律与语义冲突材料	12			-0.80	0.11	[-1.03, -0.58]	-7.19	< 0.001
整合任务的 不同通道	听觉通道	24	<i>Q</i> (37) = 85.88, <i>p</i> < 0.001	<i>F</i> (1, 37) = 0.54, <i>p</i> = 0.469	-0.76	0.12	[-1.01, -0.52]	-6.30	< 0.001
	跨通道(视听结合)	15			-0.90	0.13	[-1.17, -0.63]	-6.73	< 0.001
整合任务的 材料类型 × 通道类型 ^e	听觉通道-韵律与语义冲突	12	<i>Q</i> (32) = 51.11, <i>p</i> = 0.017	<i>F</i> (4, 32) = 30.97, <i>p</i> < 0.001	-0.79	0.11	[-1.01, -0.57]		
	听觉通道-韵律与语义一致	8			-0.15	0.14	[-0.42, 0.12]		
	听觉通道-综合韵律与语义	4			-1.36	0.24	[-1.82, -0.89]		
	跨通道-依赖韵律表达情绪	8			-0.78	0.15	[-1.08, -0.49]		
	跨通道-综合韵律与语义	5			-1.03	0.19	[-1.40, -0.67]		

注：^a任务类型与年龄段的交互中“语义-青少年”、“整合-青少年”组合，^b任务类型与情绪类型的交互中“语义-基本情绪”、“韵律-混合呈现”组合，^c任务类型与谱系亚型的交互中“AS-整合”与“AS-语义”组合，^d语境文化与年龄段的交互中“高语境-青少年”组合，^e整合任务下材料类型与通道类型的交互中“跨通道-依赖语义表达情绪的材料”、“跨通道-韵律与语义一致材料”组合效应量各仅1例，不纳入分析。HFA=高功能孤独症；AS=阿斯伯格综合征；ASD=未明确为高功能或阿斯伯格类型的孤独症谱系。

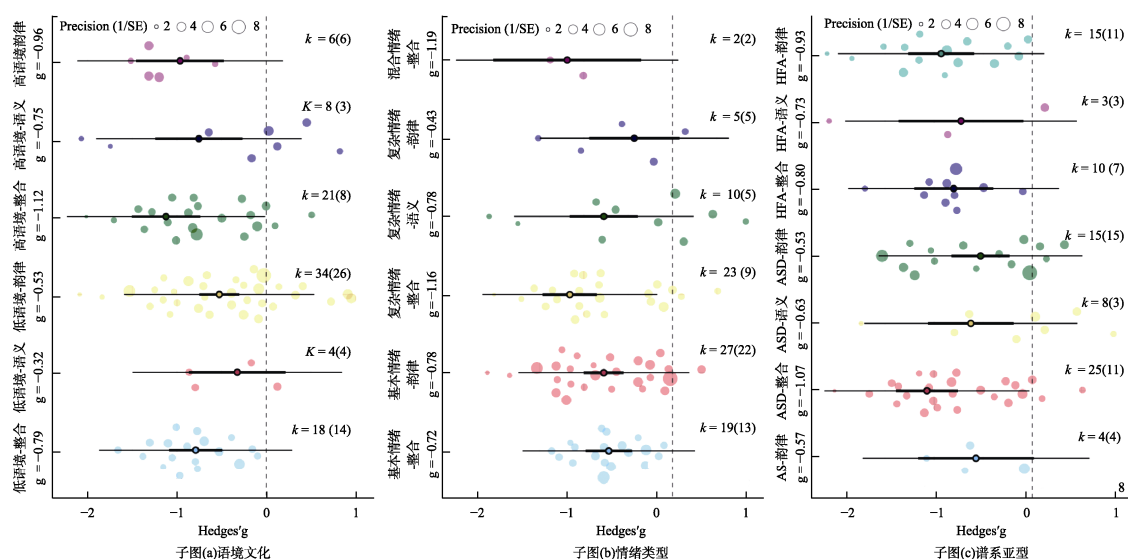


图 2 语境文化、情绪类型和谱系亚型与任务类型的交互作用图

注: 图中每个气泡代表一个效应量, 气泡越大、标准误差越小, 在元分析中的权重越高; 不同颜色代表不同组别; k 值为效应量个数, 括号内数字表示贡献这些效应量的独立研究数量; 粗短的区间线(trunk/主干)表示该组效应量的 95%置信区间, 细长的区间线(twig/枝条)表示预测区间, 代表未来一项新研究可能观察到的效应量范围。任务类型与情绪类型的交互中“语义-基本情绪”、韵律-混合呈现”组合, 任务类型与谱系亚型的交互中“AS-整合”与“AS-语义”组合, 各仅效应量 1 例, 不纳入分析。HFA=高功能孤独症; AS=阿斯伯格综合征; ASD=未明确为高功能或阿斯伯格类型的孤独症谱系。

为确保模型的稳健性和解释性, 对显著的调节变量进行多重共线性检验。具体而言, 拟合包含所有显著调节变量的线性模型(即任务类型、语境文化), 计算方差膨胀因子(Variance Inflation Factor, VIF)。结果显示, 二者的 VIF 值分别为 1.054 和 1.111。根据一般研究标准($VIF < 5$), 这些值处于可接受范围, 说明模型中多重共线性问题较小, 对模型的稳健性影响有限。在此基础上, 构建包含任务类型与语境文化的三水平随机效应模型。模型结果表明, 调节变量的整体作用显著($Q_M = 4.267, p = 0.007$), 表明任务类型与语境文化在解释效应量变异方面具有显著贡献。

4 讨论

语音情绪识别障碍会直接影响 ASD 儿童的社会交往能力, 使其在与他人互动时难以理解对方的情绪, 进而影响人际关系的建立和维持。此外, 这种障碍还会导致他们在日常生活中对情境的反应存在偏差, 进一步加剧社会适应困难。本研究通过元分析方法, 对涉及 ASD 儿童语音情绪识别的实证研究进行了定量分析, 旨在回答 ASD 儿童是否存在语音情绪识别障碍、障碍的可能成

因以及影响 ASD 儿童语音情绪识别表现的潜在影响因素等问题。本研究的元分析结果支持了 ASD 儿童语音情绪识别存在障碍的观点, 即与典型发展儿童相比, 当情绪通过语音传递时, ASD 儿童存在中等偏高程度的障碍。从效应量的大小来观测, 造成这一障碍的原因更可能是整合困难($g = -0.90$; 95% CI $[-1.13, -0.67]$), 但在语义线索($g = -0.49$; 95% CI $[-0.83, -0.15]$)、韵律线索($g = -0.61$; 95% CI $[-0.82, -0.41]$)的识别中也存在困难, 只是程度较低。亚组分析结果表明, 在高语境文化中的 ASD 儿童语音情绪识别表现逊于低语境文化中 ASD 儿童的表现。交互作用分析显示任务类型与语境文化、情绪类型及谱系亚型的交互效应显著和边缘显著。这些结果不仅揭示了 ASD 儿童语音情绪识别障碍的多层次成因(整合困难为主, 语义/韵律缺陷为辅), 更首次系统论证了语境文化的调节作用, 为理论创新和干预提供了参考。

4.1 ASD 儿童存在语音情绪识别障碍

情绪表达和识别困难是 ASD 儿童表现出的社交障碍最显著的临床特征之一(Baron-Cohen, 1995)。以往的元分析研究虽明确孤独症人群对视

觉情绪信息的识别存在普遍障碍,但效应量较小(Uljarevic & Hamilton, 2013)。这提示除视觉线索,其他社交线索可能起到更关键的作用。本元分析通过综合 47 项研究,得出比较稳健的结果,即 ASD 儿童存在明显的语音情绪识别障碍。早期的诸多研究表明 ASD 儿童在识别他人面部表情(Schreibman et al., 2015)、姿态表情(Macdonald et al., 1989)和言语韵律等(Korpilahti et al., 2007)线索方面存在困难。关于儿童语音情绪识别中的障碍,有多种解释路径:部分学者将其归因于执行功能的发展性限制(Miyake et al., 2000; Zelazo, 2015),认为前额叶抑制控制系统的未成熟化导致儿童难以有效抑制语义信息的加工,继而影响对韵律线索的注意资源分配;而另一些研究者则强调 ASD 儿童在心理理论方面的发展滞后,不能解构语言表达中字面含义与情感基调的分离状态,导致他们在理解他人情绪和推测他人心理状态时存在显著困难(Matthews et al., 2018)。这些理论分歧实质上反映了语言情绪加工过程中认知控制机制与社会认知能力之间的交互作用争议。

4.2 任务类型主效应及 ASD 儿童语音情绪识别障碍成因

本元分析揭示 ASD 儿童的语音情绪识别障碍并非单一的语义或韵律因素识别困难所致,而是在语义识别、韵律识别以及两者整合方面均存在不同程度的困难,且任务类型(语义、韵律、整合三种任务)的主效应显著。语音情绪信息中既包含语义线索,音高、时长、强度等韵律线索也被用来感知不同的情绪状态(Besson et al., 2002),二者都会影响到社交中对他人口语的理解。在语义识别方面,有研究表明 ASD 儿童在利用语义信息进行情绪识别时存在困难,如 Van Lancker 等(1991)运用词-图匹配任务发现 6~12 岁的 ASD 儿童对情绪形容词的识别能力显著低于典型发展的儿童,Haviland 等(1996)的研究也显示 ASD 儿童在从言语信息中识别情绪内容方面存在困难;然而也有研究并未发现 ASD 儿童有明显的语义情绪识别困难(Han et al., 2014)。本研究综合口语中语义线索情绪识别的研究,效应量为-0.49,明确了 ASD 儿童在语义情绪识别方面存在障碍。在韵律识别方面,部分研究发现 ASD 儿童在识别情绪韵律方面的能力明显较弱(Matsuda & Yamamoto, 2015),然而,也有研究发现高功能 ASD 儿童在识

别情绪语调方面与普通儿童相似(Baker et al., 2010; Grossman et al., 2010)。本元分析明确 ASD 儿童对韵律的情绪识别困难($g = -0.61, k = 40, p < 0.001$),这与之前的仅针对韵律情绪识别的元分析一致(Zhang et al., 2022)。

ASD 儿童存在一定程度韵律和语义情绪识别障碍。韵律处理涉及右脑的颞上沟、前额叶及边缘系统(Li et al., 2023),这些区域在 ASD 群体中常表现出功能连接异常或激活不足(Shih et al., 2011),导致 ASD 儿童缺乏对情绪韵律的主动注意和情绪性反应(王琦等, 2016)。此外,语义情绪属于显性知识,ASD 儿童更依赖于语义信息(梁丹丹等, 2024),可能过度解析字面意义而忽略上下文隐含的情绪(Lampri et al., 2024)。需提醒的是,本研究在纳入的语义任务的效应量数量较少,可能存在效应力解释不足的风险(Baker et al., 2009)。

综合本元分析的结果,整合任务的效应量显著大于其他两种任务,说明 ASD 儿童语音情绪识别的障碍更可能的原因是他们在整合语义和韵律线索时存在困难。其中整合任务中,实验材料是韵律与语义同时呈现但无明显的一致或冲突关系时,ASD 儿童在情绪识别任务中的表现显著差于典型发展儿童($g = -1.16$);而语义与韵律一致的情况下($g = -0.22$)差异最小。这可能源于 ASD 儿童在执行功能方面存在缺陷,导致认知控制能力较差,以至于在整合多种信息时出现困难。首先,ASD 儿童在认知灵活性方面存在困难。例如,在韵律和语义线索冲突条件下,4~8 岁汉语 HFA 儿童在识别口语情绪时未能像典型儿童一样实现由依靠语义线索向依靠韵律线索的转变,即使在 6~8 岁时仍然更倾向于依赖语义线索(梁丹丹等, 2024)。其次,ASD 儿童在抑制控制方面也存在不足。在韵律和语义线索不一致的情况下,他们难以抑制对语义线索的关注,从而影响对韵律线索的利用(Stewart et al., 2013)。再是,ASD 儿童的工作记忆能力较弱,这可能导致他们难以有效地保持和整合这两种信息,从而影响了情绪识别的准确性。工作记忆在情绪识别过程中承担着对多通道信息(如语义和韵律)的暂时存储与协调整合功能。ASD 儿童常表现出工作记忆容量受限,尤其是中央执行系统对注意资源的分配效率较低(Jiang et al., 2014)。这可能导致其在并行加工语义(语言内容)与韵律(语调、节奏)线索时,难以有效

维持两类信息的心理表征并进行实时整合。然而,整合任务的明显困难可能存在混淆视觉通道的情绪识别障碍,例如纳入的部分研究中考虑到 ASD 儿童年龄过小,暂未达到词汇选项的认知水平,因而采用面孔表情作为情绪识别的选项。本项元分析中整合任务的跨通道效应量较听觉通道的效应量大($g = -0.90$ vs. $g = -0.76$),也支持了这一推测。

4.3 ASD 儿童语音情绪识别表现的调节因素

4.3.1 语境文化主效应及其与任务类型的交互作用

ASD 儿童的语音情绪识别能力缺损具有跨文化普遍性,但其效应量大小受语境文化调节。本研究通过元分析方法整合 91 项(删除 2 个极端值)效应量后发现无论是高、低语境文化,ASD 儿童都呈现一定的语音情绪识别障碍,这一发现与 Fridenson-Hayo 等(2016)及 Lee 等(2020)的跨文化研究结果形成印证。值得注意的是,语境文化呈现显著调节效应,低语境组 ASD 儿童的语音情绪识别表现($g = -0.60$)显著优于高语境组($g = -1.03$)。潜在机制可能涉及两方面:其一,低语境文化中显性言语补偿策略(如重复语句、澄清和强调要点)的系统性应用(Atherton et al., 2023),可能通过降低语用复杂性为 ASD 儿童构建适应性社交框架;其二,文化认知图式会影响行为解释范式。高语境文化养育者更倾向将 ASD 儿童的社交异常归因为意向性缺损(de Leeuw et al., 2020; Norbury & Sparks, 2013),而低语境文化养育者则偏向注意定向障碍的解释路径(Liu et al., 2022),这种归因差异可能导致文化特异性症状报告偏倚。需指出的是,现有研究的实验生态效度受限于标准化刺激材料的不足,特别是跨文化可比性语音数据库的缺失,可能削弱文化变量的效应强度。

进一步分析显示语境文化与任务类型的交互作用显著,具体体现在低语境国家中,ASD 儿童与典型儿童在对韵律、语义以及整合的情绪识别任务中的差距均小于高语境国家的。出现这一结果的原因可能在于低语境文化(如美国、德国)的交流模式以明确语义为核心,情绪信息主要通过语言内容直接传递。这种“去情境化”特征与孤独症谱系障碍人群的认知加工偏好契合。ASD 儿童普遍存在中央统合薄弱特征,擅长聚焦局部细节而弱于整体情境整合(Happé & Frith, 2006)。低语境交流的显性语义降低了多线索整合的认知负荷。

高语境文化(如日本、中国)的韵律承载更复杂的社交功能(如身份标识、关系暗示),要求听者同步解码韵律的社会语用意义(如敬语语调)。这种高阶整合恰是 ASD 儿童的薄弱环节。而在低语境中,韵律更多作为情绪的直接信号(如愤怒时音调升高),与语义内容呈一致性关系(Ben-David et al., 2016),降低了 ASD 儿童在冲突线索整合中的错误率。神经影像学研究显示,ASD 群体在颞上沟的韵律加工神经效能较低(Rosenblau et al., 2017),而低语境文化对韵律的简化使用可能部分补偿了这一缺陷。

4.3.2 年龄段及其与任务类型的交互作用

本研究中年龄及其所处的年龄段对于 ASD 儿童的情绪识别能力无显著的调节作用。这一结果与我们的初始假设相悖,但与其他来自于面孔情绪识别的元分析结果一致(Uljarevic & Hamilton, 2013)。这一发现也符合 Rosenblau 等(2017)和 Lartseva 等(2014)的观点:ASD 个体的社会知觉和情绪语言加工障碍从幼儿期持续到成年期。同时,这一结果也对“发展滞后说”提出了挑战。有研究表明,当无法依赖语义线索来判断语音中的情绪时,ASD 儿童、青少年和成年被试的表现均显著劣于对照组,显现出明显的情绪识别障碍(Lindner & Rosén, 2006; Stewart et al., 2013)。这一现象可能与 ASD 群体在大脑特定区域的神经连接效率低下有关。具体而言,ASD 个体的颞上沟、前额叶-边缘系统情绪加工网络的神经连接效率(Rosenblau et al., 2017),以及听觉皮层与社交脑网络的动态耦合(Frühholz et al., 2012)均显著低于典型发展群体。ASD 群体这些区域的神经可塑性在发展关键期受限,导致其与年龄相关的自然代偿能力不足。需注意的是,在以生理年龄段进行调节分析时,处于儿童阶段的效应量数目($k = 49$)远多于其他两组,这有可能导致结果不够稳健(Borenstein et al., 2009)。此外,这一不显著的结果并不表明 ASD 个体的语音情绪识别能力不随着年龄的增长而提高,而是表明尽管可能有所改善,但与典型发展者之间仍然存在差异。

本研究结果表明,ASD 儿童在语音情绪识别任务中,年龄与任务类型的交互作用未达显著水平,其核心表现为:无论处于幼儿期、儿童期或青少年期,ASD 群体在语义、韵律及整合任务中的表现均系统性落后于典型发展儿童,且两类群体的差距在不同年龄和任务类型中波动较小。这

暗示 ASD 的语音情绪识别障碍可能在早期发展阶段已显著固化,且在不同年龄阶段(幼儿、儿童、青少年)中保持相对稳定。例如,整合任务中对语义与韵律冲突的抑制困难,可能从幼儿期持续至青少年期(Stewart et al., 2013),导致各年龄段均表现出相似的任务依赖模式(如语义优先策略),掩盖了年龄增长可能带来的改善。值得注意的是,现有研究的局限性可能影响结论的普适性:纳入分析的 ASD 样本量普遍较小(大多低于 30 人),且年龄段划分较为宽泛,如儿童阶段为 6~12 岁,掩盖 10 岁儿童开始整合韵律线索这关键期(Friend & Bryant, 2000),导致难以捕捉潜在的细微发展变化。

4.3.3 情绪类型及其与任务类型的交互作用

ASD 儿童在基本情绪和复杂情绪方面均存在识别缺陷,尽管 ASD 儿童在基本情绪识别方面表现好于复杂情绪识别,但仍未达到显著($g_{\text{复杂情绪}} = -0.95$; $g_{\text{基本情绪}} = -0.72$),这一结果与探究 ASD 个体面孔情绪识别的元分析一致(Yeung, 2022)。基本情绪与复杂情绪的主效应不显著,可能在于两类情绪的识别都依赖于相似的认知资源(如注意力分配、工作记忆),导致 ASD 儿童的缺陷在两类情绪中表现一致。ASD 儿童常采用局部加工策略,这种策略可能同时削弱对基本情绪和复杂情绪的识别(Leung et al., 2022)。

情绪类型与任务类型的交互作用显著:在识别复杂情绪或情绪混合呈现的整合任务中与典型发展儿童的差距最大($g_{\text{整合-复杂情绪}} = -1.16$; $g_{\text{整合-混合情绪}} = -1.19$),韵律复杂情绪的识别差距最小($g_{\text{韵律-复杂情绪}} = -0.43$);而在基本情绪中,不同任务类型间的效应量差距不大。过往研究发现,相较于复杂情绪识别,ASD 儿童在基本情绪识别方面表现相对优异,其识别准确率更高(Golan et al., 2015; Rosenblau et al., 2017)。究其原因,在复杂情绪(诸如尴尬、讽刺等)识别过程中,需依赖对情境的深入理解、对他人心理状态的精准推测以及对社会规范的透彻把握等多线索的协同解读(Fridenson-Hayo et al., 2016)。当任务要求不仅需整合韵律与语义,还需识别复杂情绪时,ASD 儿童的弱整合能力便更为显著地凸显出来。在仅依赖韵律的任务中,由于情绪类型间的声学特点存在差异,复杂情绪(如尴尬)的韵律可能包含突出的声学异常(如刻意放缓或加速的语速),这些局部特征易被 ASD 儿童的增强知觉功能捕获(O'Connor, 2012);

又或者更容易被 ASD 儿童通过规则化策略识别如(如“音高骤升+重音位移”),由此,其对韵律复杂情绪的识别相较于典型儿童的差距没那么小。

4.3.4 谱系亚型及其与任务类型的交互作用

由于纳入的研究中对于 ASD 的症状严重程度评估或诊断标准各不相同,有的研究以是否具有风险或倾向为评估核心(Duville et al., 2024),有的以具体维度如社交沟通(Oerlemans et al., 2013)、社会反应来评估(Golan et al., 2018),难以简单地以症状严重程度进行归纳,加之部分研究未有明确的谱系分类,本研究以高功能孤独症、阿斯伯格以及未明确属于这两类的其他 ASD (第三类),进行调节效应分析,结果未发现显著效应。这可能是因为尽管亚型在语言或智力表现上存在差异,但涉及情绪识别的脑区(如颞上沟、前额叶)连接异常具有跨亚型一致性(Wang et al., 2021)。此外,所有 ASD 亚型的核心诊断标准均包括社会沟通缺陷,他们的共同注意机制异常导致他们理解情绪意义困难(王琦等, 2016)。不同亚型可能在情绪线索处理的核心机制(如语调解析、语义与韵律协调)上存在共性缺陷,导致任务表现趋同。

在谱系亚型与任务类型的交互作用分析中,结果达边缘显著($p = 0.060$)。其中,未明确类别的 ASD 在整合任务中的效应量最大,即在整合任务中他们与典型儿童的差异最大($g = -1.07$),在韵律任务中二者的差异最小($g = -0.53$)。纳入研究中未明确类别的 ASD 大部分以 DSM-5、部分以 DSM-4 进行 ASD 诊断,主要以社交沟通与互动缺陷,以及受限的、重复的行为、兴趣或活动模式两个症状群为诊断标准,强调症状的整合性和整体性(美国精神医学学会, 2015)。用这种方式筛查入组的被试,涵盖轻度(原 AS、HFA)到重度(典型孤独症)的个体,从而可能拉大了这一组与典型儿童的差距。

5 研究意义

孤独症谱系障碍儿童的语音情绪识别缺陷是影响其社交功能的核心问题之一,本研究通过三水平元分析模型整合 47 项研究(3142 名被试),系统揭示了 ASD 儿童在语音情绪识别中的障碍模式及影响因素,具有多维度的理论与实践意义。第一,研究明确了 ASD 儿童存在听觉通道情绪加

工的广泛受损。具体而言, ASD 儿童的核心障碍不仅在于多线索整合能力不足, 在单一语义或韵律线索上也有缺陷。这一结果支持了弱中央统合理论, 因为单一的语义或韵律也需要进行多个要素的整合, 如语义线索的情绪识别要结合词汇与句法结构、上下文; 韵律要整合诸多声学物理特征。结果进一步表明 ASD 儿童在并行加工语言内容(语义)与语调特征(韵律)时, 因执行功能(如抑制控制、工作记忆)或神经连接效率低下, 难以协调冲突或综合并存的语义及韵律信息, 导致情绪识别的整体滞后。年龄段调节作用不显著, 说明这种滞后无法通过年龄增长自然发展出线索整合策略, 这种认知僵化直接削弱其社交互动的灵活性与准确性。这些结果呼吁早期干预的重要性, 同时也提示针对青少年及成年 ASD 个体的社交训练需突破传统发展框架, 引入补偿性技术(如明确规则提示、人工智能辅助的多模态反馈)以弥补生物学限制。第二, 研究揭示了语境文化对 ASD 儿童情绪识别能力的显著调节作用, 高语境文化(如中日韩)中 ASD 儿童的缺陷程度显著高于低语境文化。提示文化差异通过塑造社会性信息的表达与解读方式, 调节了 ASD 群体的认知加工模式。同时提示未来对于 ASD 的干预方案应考虑“文化适应性”, 如在高语境文化中, 需特别注重副语言线索(如语调变化、沉默停顿)的显性教学, 利用结构化工具(如音高可视化软件)降低社交信息解读的模糊性。第三, 材料类型与任务类型的交互效应为干预策略提供了关键启示。当实验材料为韵律与语义同时呈现但二者没有明显的一致性 or 冲突性时, ASD 儿童与典型儿童的表现差距最大, 而在两者一致条件下差异最小。这表明 ASD 儿童并非完全无法识别情绪, 但其能力高度依赖于线索的一致性。因此, 干预方案可优先采用一致性材料建立基础情绪识别能力, 再逐步引入冲突情境训练认知灵活性。

6 研究不足与展望

本研究仍存在若干局限性, 亟需未来研究深化探索。首先, 研究对象的异质性限制了结论的普适性。低功能 ASD 儿童因任务认知门槛高(Sivathasan et al., 2023)、行为数据获取难而被边缘化, 由此对于低功能 ASD 儿童语音情绪识别的表现以及障碍成因等方面尚未探明。此外, 样本

偏差也可能导致结果偏向高功能群体的代偿性策略, 而低估了 ASD 整体谱系的异质性。未来需开发适应性实验任务(如简化反应选项、结合眼动或生理指标), 并借助神经影像技术直接观察低言语能力群体的非意识情绪加工过程, 以全面揭示 ASD 谱系内部分化机制。其次, 障碍成因的解释存在方法论局限。尽管整合缺陷假说得到最大效应量支持, 但独立验证该假说的实验设计仍不充分。多数整合任务依赖静态的语义-韵律之间的呈现关系, 未能模拟真实社交中动态、多通道(如面部表情与语音交互)的情绪整合场景。未来可结合计算建模与多模态脑成像, 定量解析 ASD 儿童在多线索整合中的权重分配异常及其神经基础。再次, 语境文化、情绪类型内部差异性未被细化。尽管高语境文化中 ASD 儿童的缺陷更显著, 但现有研究多基于东、西方二分法, 且实验材料的文化适应性不足。例如, 高语境文化内部(如中日韩)的差异性未被细分, 日本对集体隐晦情绪的重视与中国对亲属称谓语调的社会规约可能对 ASD 儿童产生不同影响。在情绪类型中, ASD 儿童对 6 种基本情绪的识别需要的认知资源不同(Gebauer et al., 2014), 识别效率也不同(Zhang et al., 2022)。基于这些内部潜在的差异性, 未来需建立跨文化协作网络, 开发标准化多语言多类别情绪语音库, 并在同一研究框架下控制语言类型(声调/非声调)、社会脚本等变量, 以精确剥离文化特质与 ASD 核心缺陷的交互效应。最后, 动态生态效度的缺乏削弱了临床转化价值。现有研究多采用实验室静态任务(如录音片段情绪判断), 忽视真实社交中实时反馈、多任务并行等复杂情境。ASD 儿童在自然互动中可能因感觉超载加剧整合困难, 或通过情境线索部分补偿语音识别缺陷, 此类动态过程无法被传统范式捕捉。结合可穿戴设备记录日常社交中的语音-行为-生理多模态数据, 或利用虚拟现实(Virtual Reality)构建可控的拟真交互场景, 将成为突破当前研究瓶颈的关键。此外, 纵向追踪研究稀缺, 难以揭示年龄与干预措施对整合能力的协同作用, 未来需建立大样本队列, 明确关键发育窗口期及个性化干预靶点。

7 结论

本元分析系统揭示孤独症谱系障碍(ASD)儿童语音情绪识别存在中等程度缺陷, 且整合语义

与韵律线索的障碍最为显著,支持“弱中央统合理论”。语境文化显著调节缺陷表现,高语境文化中 ASD 儿童因依赖隐晦韵律传递社会意图而面临更大挑战。研究进一步发现,任务类型(整合、语义、韵律)与情绪复杂度(基本情绪、复杂情绪、混合呈现)共同塑造识别难度。年龄段对 ASD 儿童的语音情绪识别未发现明显的调节作用,对“发展滞后说”提出挑战,暗示年龄的自然增长可能不足以弥补缺陷。这些发现呼吁发展阶梯式干预方案:从一致性材料建立基础能力,逐步引入冲突训练以提升整合灵活性。未来需结合神经计算模型与生态化范式,深化多模态整合的机制解析,推动在发展关键期进行精准干预。

参考文献

(*为元分析所纳入文献)

- 爱德华·霍尔. (2010). *超越文化* (何道宽 译). 北京大学出版社.
- 范晓壮, 毕小彬, 谢宇, 贺荟中. (2020). 高功能自闭症个体对威胁性情绪面孔的注意偏向. *心理科学进展*, 28(7), 1172-1186.
- 李赞. (2016). *孤独症谱系障碍儿童少年情绪面孔识别特征及相关纤维束研究* [硕士学位论文]. 南京医科大学.
- *梁丹丹, 闫晓民, 葛志林. (2024). 4-8岁汉语高功能自闭症儿童基于语言线索的情绪识别能力发展研究. *心理发展与教育*, 40(2), 169-175.
- 林云强, 宋安妮, 叶嘉城, 潘彧. (2021). 声音频率和声源性别对自闭症儿童声音性别识别的影响. *中国特殊教育*, (7), 60-66.
- 美国精神医学学会. (2015). *精神障碍诊断与统计手册(第五版)* (张道龙 译). 北京大学出版社.
- *倪萍萍. (2015). *语义与语调线索对自闭症儿童情绪识别影响的实验研究* [硕士学位论文]. 华东师范大学, 上海.
- *祁晶, 吴西愉, 杨洁, 杜佳楣. (2022). 自闭症儿童语音情感感知研究. *中国语言学报*, (2), 181-190.
- 任璟玥, 张红霞, 祝可, 谢东杰. (2023). 孤独症谱系障碍个体前瞻记忆的元素分析. *现代特殊教育*, (10), 53-61.
- 王琦, 胡金生, 李骋诗, 李松泽, 刘淑清, 康晓东, 崔丽. (2016). 孤独症谱系障碍者的情绪韵律识别. *心理科学进展*, 24(9), 1377-1390.
- *张笛. (2019). 句末语气词和韵律在自闭症儿童理解反语时的作用. *中国临床心理学杂志*, 27(1), 18-23.
- 张亚利, 李森, 俞国良. (2019). 自尊与社交焦虑的关系: 基于中国学生群体的元分析. *心理科学进展*, 27(6), 1005-1018.
- 赵胤伶, 曾绪. (2009). 高语境文化与低语境文化中的交际差异比较. *西南科技大学学报: 哲学社会科学版*, 26(2), 45-49.
- *钟检秀. (2015). *汉语自闭症儿童情感韵律研究* [硕士学位论文]. 南京师范大学.

- *Angeleri, R., Gabbatore, I., Bosco, F. M., Sacco, K., & Colle, L. (2016). Pragmatic abilities in children and adolescents with autism spectrum disorder: A study with the abaco battery. *Minerva Psichiatrica*, 57(3), 93-103.
- Assink, M., & Wibbelink, C. J. (2016). Fitting three-level meta-analytic models in R: A step-by-step tutorial. *The Quantitative Methods for Psychology*, 12(3), 154-174.
- Atherton, G., Morimoto, Y., Nakashima, S., & Cross, L. (2023). Does the study of culture enrich our understanding of autism? A cross-cultural exploration of life on the spectrum in Japan and the West. *Journal of Cross-Cultural Psychology*, 54(5), 610-634.
- *Baker, K. F., Montgomery, A. A., & Abramson, R. (2010). Brief report: Perception and lateralization of spoken emotion by youths with high-functioning forms of autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 40(1), 123-129.
- Baker, W. L., White, C. M., Cappelleri, J. C., Kluger, J., & Coleman, C. I. (2009). Understanding heterogeneity in meta-analysis: The role of meta-regression. *International Journal of Clinical Practice*, 63(10), 1426-1434.
- Baron-Cohen, S. (1995). *Mindblindness: An essay on autism and theory of mind*. The MIT Press.
- Ben-David, B. M., Multani, N., Shakuf, V., Rudzicz, F., & van Lieshout, P. H. (2016). Prosody and semantics are separate but not separable channels in the perception of emotional speech: Test for rating of emotions in speech. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 59(1), 72-89.
- Besson, M., Magne, C., & Schön, D. (2002). Emotional prosody: Sex differences in sensitivity to speech melody. *Trends in Cognitive Sciences*, 6(10), 405-407.
- Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P. T., & Rothstein, H. R. (2009). *Introduction to meta-analysis*. John Wiley & Sons.
- *Boucher, J., Lewis, V., & Collis, G. M. (2000). Voice processing abilities in children with autism, children with specific language impairments, and young typically developing children. *The Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, 41(7), 847-857.
- *Brennan, R., Schepman, A., & Rodway, P. (2011). Vocal emotion perception in pseudo-sentences by secondary-school children with autism spectrum disorder. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 5(4), 1567-1573.
- *Brooks, P. J., Gaggi, N. L., & Ploog, B. O. (2018). Generalization of content and emotional prosody across speakers varying in gender in youth with autism spectrum disorder. *Research in Developmental Disabilities*, 83, 57-68.
- *Brooks, P. J., & Ploog, B. O. (2013). Attention to emotional tone of voice in speech perception in children with autism. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 7(7), 845-857.
- Capps, L., Yirmiya, N., & Sigman, M. (1992). Understanding of simple and complex emotions in non-retarded children

- with autism. *Child Psychology & Psychiatry & Allied Disciplines*, 33(7), 1169–1182.
- Caron, A. J., Caron, R. F., & MacLean, D. J. (1988). Infant discrimination of naturalistic emotional expressions: The role of face and voice. *Child Development*, 59(3), 604–616.
- Charpentier, J., Kovarski, K., Houy-Durand, E., Malvy, J., Saby, A., Bonnet-Brilhault, F., Latinus, M., & Gomot, M. (2018). Emotional prosodic change detection in autism spectrum disorder: An electrophysiological investigation in children and adults. *Journal of Neurodevelopmental Disorders*, 10, 1–16.
- Cheung, M. W. L. (2014). Modeling dependent effect sizes with three-level meta-analyses: A structural equation modeling approach. *Psychological Methods*, 19(2), 211–229.
- *Chevallier, C., Noveck, I., Happé, F., & Wilson, D. (2009). From acoustics to grammar: Perceiving and interpreting grammatical prosody in adolescents with Asperger syndrome. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 3(2), 502–516.
- Chiang, H., Kao, W., Chou, M., Chou, W., Chiu, Y., Wu, Y., & Gau, S. S. (2018). School dysfunction in youth with autistic spectrum disorder in Taiwan: The effect of subtype and ADHD. *Autism Research*, 11(6), 857–869.
- *Chiew, J., & Kjelgaard, M. (2017). The perception of affective prosody in children with autism spectrum disorders and typical peers. *Clinical Archives of Communication Disorders*, 2(2), 128–141.
- Cicero, B. A., Borod, J. C., Santschi, C., Erhan, H. M., Obler, L. K., Agosti, R. M., Welkowitz, J., & Grunwald, I. S. (1999). Emotional versus nonemotional lexical perception in patients with right and left brain damage. *Cognitive and Behavioral Neurology*, 12(4), 255–264.
- De Giambattista, C., Ventura, P., Trerotoli, P., Margari, M., Palumbi, R., & Margari, L. (2019). Subtyping the autism spectrum disorder: Comparison of children with high functioning autism and Asperger syndrome. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 49(1), 138–150.
- de Leeuw, A., Happé, F., & Hoekstra, R. A. (2020). A conceptual framework for understanding the cultural and contextual factors on autism across the globe. *Autism Research*, 13(7), 1029–1050.
- *Demopoulos, C., Hopkins, J., Kopald, B. E., Paulson, K., Doyle, L., Andrews, W. E., & Lewine, J. D. (2015). Deficits in auditory processing contribute to impairments in vocal affect recognition in autism spectrum disorders: A MEG study. *Neuropsychology*, 29(6), 895–908.
- *Diehl, J. J., Bennetto, L., Watson, D., Gunlogson, C., & McDonough, J. (2008). Resolving ambiguity: A psycholinguistic approach to understanding prosody processing in high-functioning autism. *Brain and Language*, 106(2), 144–152.
- Dupuis, K., & Pichora-Fuller, M. K. (2010). Use of affective prosody by young and older adults. *Psychology and Aging*, 25(1), 16–29.
- *Duville, M. M., Alonso-Valerdi, L. M., & Ibarra-Zarate, D. I. (2024). Improved emotion differentiation under reduced acoustic variability of speech in autism. *BMC Medicine*, 22, 121.
- Ekman, P. (1982). What emotion categories or dimensions can observers judge from facial behavior. *Emotions in the Human Face*, 39–55.
- Ekman, P. (1993). Facial expression and emotion. *American Psychologist*, 48(4), 384–392.
- Erikson, E. H. (1994). *Identity and the life cycle*. W. W. Norton & Company.
- Fein, D., Lucci, D., Braverman, M., & Waterhouse, L. (1992). Comprehension of affect in context in children with pervasive developmental disorders. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 33(7), 1157–1162.
- *Filipe, M., Frota, S., Villagomez, A., & Vicente, S. G. (2016). Prosody in Portuguese children with high functioning autism. In M. E. Armstrong, N. C. Henriksen, & M. del Mar Vanrell (Eds.), *Intonational Grammar in Ibero-Romance* (pp. 277–294). John Benjamins Publishing Company.
- *Fridenson-Hayo, S., Berggren, S., Lassalle, A., Tal, S., Pigat, D., Bölte, S., Baron-Cohen, S., & Golan, O. (2016). Basic and complex emotion recognition in children with autism: Cross-cultural findings. *Molecular Autism*, 7, 1–11.
- Friend, M., & Bryant, J. B. (2000). A developmental lexical bias in the interpretation of discrepant messages. *Merrill-Palmer Quarterly*, 46(2), 342–369.
- Frith, U., & Happé, F. (1994). Autism: Beyond “theory of mind”. *Cognition*, 50(1-3), 115–132.
- Frühholz, S., Ceravolo, L., & Grandjean, D. (2012). Specific brain networks during explicit and implicit decoding of emotional prosody. *Cerebral Cortex*, 22(5), 1107–1117.
- Gebauer, L., Skewes, J., Hørlyck, L., & Vuust, P. (2014). Atypical perception of affective prosody in autism spectrum disorder. *NeuroImage: Clinical*, 6, 370–378.
- Golan, O., Baron-Cohen, S., Hill, J. J., & Rutherford, M. D. (2007). The “reading the mind in the voice” test-revised: A study of complex emotion recognition in adults with and without autism spectrum conditions. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 37(6), 1096–1106.
- *Golan, O., Baron-Cohen, S., & Golan, Y. (2008). The “reading the mind in films” task [child version]: Complex emotion and mental state recognition in children with and without autism spectrum conditions. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 38(8), 1534–1541.
- *Golan, O., Gordon, I., Fichman, K., & Keinan, G. (2018). Specific patterns of emotion recognition from faces in children with ASD: Results of a cross-modal matching paradigm. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 48(3), 844–852.

- *Golan, O., Sinai-Gavrilov, Y., & Baron-Cohen, S. (2015). The Cambridge Mindreading Face-Voice Battery for Children (CAM-C): Complex emotion recognition in children with and without autism spectrum conditions. *Molecular Autism*, 6, 1–9.
- Goodwin, A., Matthews, N. L., & Smith, C. J. (2017). The effects of early language on age at diagnosis and functioning at school age in children with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 47(7), 2176–2188.
- Grass, A., Bayer, M., & Schacht, A. (2016). Electrophysiological correlates of emotional content and volume level in spoken word processing. *Frontiers in Human Neuroscience*, 10, 326.
- Groen, W. B., van Orsouw, L., Zwiers, M., Swinkels, S., van der Gaag, R. J., & Buitelaar, J. K. (2008). Gender in voice perception in autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 38(10), 1819–1826.
- Grossman, J. B., Klin, A., Carter, A. S., & Volkmar, F. R. (2000). Verbal bias in recognition of facial emotions in children with Asperger syndrome. *The Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 41(3), 369–379.
- *Grossman, R. B., Bemis, R. H., Skwerer, D. P., & Tager-Flusberg, H. (2010). Lexical and affective prosody in children with high-functioning autism. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 53(3), 778–793.
- *Grossman, R. B., & Tager-Flusberg, H. (2012). “Who said that?” Matching of low-and high-intensity emotional prosody to facial expressions by adolescents with ASD. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 42(12), 2546–2557.
- *Gyurjyan, G. (2004). *Comprehension of facial expressions and prosody in Asperger syndrome* [Unpublished doctoral dissertation]. Pacific Graduate School of Psychology.
- Han, D. H., Yoo, H. J., Kim, B. N., McMahon, W., & Renshaw, P. F. (2014). Brain activity of adolescents with high functioning autism in response to emotional words and facial emoticons. *PLoS One*, 9(3), 91214.
- Happé, F., & Frith, U. (2006). The weak coherence account: Detail-focused cognitive style in autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 36(1), 5–25.
- Harris, P. L. (1991). *Children and emotion: The development of psychological understanding*. Basil Blackwell.
- Haviland, J. M., Walker-Andrews, A. S., Huffman, L. R., Toci, L., & Alton, K. (1996). Intermodal perception of emotion expressions by children with autism. *Journal of Developmental and Physical Disabilities*, 8(1), 77–88.
- Hedges, L. V. (1981). Distribution theory for glass's estimator of effect size and related estimators. *Journal of Educational Statistics*, 6(2), 107–128.
- Herba, C., & Phillips, M. (2004). Annotation: Development of facial expression recognition from childhood to adolescence: Behavioural and neurological perspectives. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 45(7), 1185–1198.
- Hillier, A., & Allinson, L. (2002). Understanding embarrassment among those with autism: Breaking down the complex emotion of embarrassment among those with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 32(6), 583–592.
- *Horie, M., & Okamura, H. (2017). Exploring a method for evaluation of preschool and school children with autism spectrum disorder through checking their understanding of the speaker's emotions with the help of prosody of the voice. *Brain and Development*, 39(10), 836–845.
- Hubbard, K., & Trauner, D. A. (2007). Intonation and emotion in autistic spectrum disorders. *Journal of Psycholinguistic Research*, 36(2), 159–173.
- Humphreys, K., Minshew, N., Leonard, G. L., & Behrmann, M. (2007). A fine-grained analysis of facial expression processing in high-functioning adults with autism. *Neuropsychologia*, 45(4), 685–695.
- Ikeda, S., Sudo, M., Matsui, T., & Haryu, E. (2021). Developmental changes in understanding emotion in speech in children in Japan and the United States. *Cognitive Development*, 60, 101110.
- Izard, C. E. (2007). Basic emotions, natural kinds, emotion schemas, and a new paradigm. *Perspectives on Psychological Science*, 2(3), 260–280.
- *Järvinen-Pasley, A., Wallace, G. L., Ramus, F., Happé, F., & Heaton, P. (2008). Enhanced perceptual processing of speech in autism. *Developmental Science*, 11(1), 109–121.
- Jaspers-Fayer, F., Ertl, M., Leicht, G., Leupelt, A., & Mulert, C. (2012). Single-trial EEG-fMRI coupling of the emotional auditory early posterior negativity. *NeuroImage*, 62(3), 1807–1814.
- Jiang, Y. V., Capistrano, C. G., & Palm, B. E. (2014). Spatial working memory in children with high-functioning autism: Intact configural processing but impaired capacity. *Journal of Abnormal Psychology*, 123(1), 248–257.
- Jones, C. R., Pickles, A., Falcato, M., Marsden, A. J., Happé, F., Scott, S. K., ... Charman, T. (2011). A multimodal approach to emotion recognition ability in autism spectrum disorders. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 52(3), 275–285.
- Juslin, P. N., & Laukka, P. (2003). Communication of emotions in vocal expression and music performance: Different channels, same code? *Psychological Bulletin*, 129(5), 770–814.
- Khoury, B., Lecomte, T., Fortin, G., Masse, M., Therien, P., Bouchard, V., ... Hofmann, S. G. (2013). Mindfulness-based therapy: A comprehensive meta-analysis. *Clinical Psychology Review*, 33(6), 763–771.
- Korpilahti, P., Jansson-Verkasalo, E., Mattila, M. L., Kuusikko, S., Suominen, K., Rytty, S., ... Moilanen, I. (2007). Processing of affective speech prosody is impaired

- in Asperger syndrome. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 37(8), 1539–1549.
- Kotz, S. A., & Paulmann, S. (2011). Emotion, language, and the brain. *Language and Linguistics Compass*, 5(3), 108–125.
- Koyama, T., Tachimori, H., Osada, H., Takeda, T., & Kurita, H. (2007). Cognitive and symptom profiles in Asperger's syndrome and high-functioning autism. *Psychiatry and Clinical Neurosciences*, 61(1), 99–104.
- Lampri, S., Peristeri, E., Marinis, T., & Avδpéov, M. (2024). Metaphor comprehension and production in verbally able children with autism spectrum disorder. *Autism Research*, 17(11), 2292–2304.
- Lartseva, A., Dijkstra, T., & Buitelaar, J. K. (2014). Emotional language processing in autism spectrum disorders: A systematic review. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, 991.
- Lee, M. H., Song, S., & Kim, Y. T. (2020). Communication regulation ability depending on honorific type in children with high-functioning autism. *Communication Sciences & Disorders*, 25(25), 190–201.
- *Leipold, S., Abrams, D. A., Karraker, S., Phillips, J. M., & Menon, V. (2023). Aberrant emotional prosody circuitry predicts social communication impairments in children with autism. *Biological Psychiatry: Cognitive Neuroscience and Neuroimaging*, 8(5), 531–541.
- Leung, F. Y. N., Sin, J., Dawson, C., Ong, J. H., Zhao, C., Veić, A., & Liu, F. (2022). Emotion recognition across visual and auditory modalities in autism spectrum disorder: A systematic review and meta-analysis. *Developmental Review*, 63, 101000.
- *Leung, J. (2017). *Assessing and training affective prosody perception and production in children with autism spectrum disorder: A behavioural and neurophysiological exploration into the use of computer-based activities and remote microphone hearing aids for auditory processing* [Unpublished doctoral dissertation]. The University of Auckland.
- *Li, J. P., Law, T., Lam, G. Y., & To, C. K. (2013). Role of sentence-final particles and prosody in irony comprehension in cantonese-speaking children with and without autism spectrum disorders. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 27(1), 18–32.
- Li, K. E., Dimitrijevic, A., Gordon, K. A., Pang, E. W., Greiner, H. M., & Kadis, D. S. (2023). Age-related increases in right hemisphere support for prosodic processing in children. *Scientific Reports*, 13(1), 15849.
- *Lindner, J. L., & Rosén, L. A. (2006). Decoding of emotion through facial expression, prosody and verbal content in children and adolescents with Asperger's syndrome. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 36(6), 769–777.
- Lipsey, M. W., & Wilson, D. B. (2001). *Practical meta-analysis*. SAGE publications, Inc.
- Liu, F., Scheeren, A. M., Grove, R., Hoekstra, R. A., Wang, K., Guo, D., Wang, C., & Begeer, S. (2022). Exploring cultural differences in autistic traits: A factor analytic study of children with autism in China and the Netherlands. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 52(11), 4750–4762.
- *Löytömäki, J., Ohtonen, P., Laakso, M. L., & Huttunen, K. (2020). The role of linguistic and cognitive factors in emotion recognition difficulties in children with ASD, ADHD or DLD. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 55(2), 231–242.
- *Lyons, M., Schoen Simmons, E., & Paul, R. (2014). Prosodic development in middle childhood and adolescence in high-functioning autism. *Autism Research*, 7(2), 181–196.
- Macdonald, H., Rutter, M., Howlin, P., Rios, P., Le Conteur, A., Evered, C., & Folstein, S. (1989). Recognition and expression of emotional cues by autistic and normal adults. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 30(6), 865–877.
- Matsuda, S., & Yamamoto, J. (2015). Intra-modal and cross-modal matching of emotional expression in young children with autism spectrum disorders. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 10, 109–115.
- Matsui, T., Imai, M., Mercier, H., Bernard, S., & Catelain, T. (2017). Young children's understanding of prosodic cues about speaker confidence: Comparison between Japanese-speaking and French-speaking children. In *The 14th International Congress for the Study of Child Language*. University Lyon 2, Lyon, France.
- *Matsumoto, K., Sugiyama, T., Saito, C., Kato, S., Kuriyama, K., Kanemoto, K., & Nakamura, A. (2016). Behavioral study on emotional voice perception in children with autism spectrum disorder. *Journal of Pediatric Neuropsychology*, 2, 108–118.
- Matthews, D., Biney, H., & Abbot-Smith, K. (2018). Individual differences in children's pragmatic ability: A review of associations with formal language, social cognition, and executive functions. *Language Learning and Development*, 14(3), 186–223.
- Meeren, H. K., Van Heijnsbergen, C. C., & De Gelder, B. (2005). Rapid perceptual integration of facial expression and emotional body language. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(45), 16518–16523.
- Mittermeier, V., Leicht, G., Karch, S., Hegerl, U., Möller, H. J., Pogarell, O., & Mulert, C. (2011). Attention to emotion: Auditory-evoked potentials in an emotional choice reaction task and personality traits as assessed by the NEO FFI. *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience*, 261(2), 111–120.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: A latent variable analysis.

- Cognitive Psychology*, 41(1), 49–100.
- Morton, J. B., Trehub, S. E., & Zelazo, P. D. (2003). Sources of inflexibility in 6-year-olds' understanding of emotion in speech. *Child Development*, 74(6), 1857–1868.
- Nakagawa, S., Lagisz, M., O' Dea, R. E., Pottier, P., Rutkowska, J., Senior, A. M., Yang, Y., & Noble, D. W. A. (2023). orchaRd 2.0: An R package for visualising meta-analyses with orchard plots. *Methods in Ecology and Evolution*, 14(8), 2003–2010.
- Norbury, C. F., & Sparks, A. (2013). Difference or disorder? Cultural issues in understanding neurodevelopmental disorders. *Developmental Psychology*, 49(1), 45–58.
- O'Connor, K. (2012). Auditory processing in autism spectrum disorder: A review. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 36(2), 836–854.
- *Oerlemans, A. M., Droste, K., van Steijn, D. J., de Sonnevile, L. M., Buitelaar, J. K., & Rommelse, N. N. (2013). Co-segregation of social cognition, executive function and local processing style in children with ASD, their siblings and normal controls. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 43(12), 2764–2778.
- *Oerlemans, A. M., Van der Meer, J. M., Van Steijn, D. J., De Ruiter, S. W., De Bruijn, Y. G., De Sonnevile, L. M., Buitelaar, J. K., & Rommelse, N. N. (2014). Recognition of facial emotion and affective prosody in children with ASD (plus ADHD) and their unaffected siblings. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 23(5), 257–271.
- *Ozonoff, S., Pennington, B. F., & Rogers, S. J. (1990). Are there emotion perception deficits in young autistic children? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 31(3), 343–361.
- *Paul, R., Augustyn, A., Klin, A., & Volkmar, F. R. (2005). Perception and production of prosody by speakers with autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 35(2), 205–220.
- *Peppé, S., McCann, J., Gibbon, F., O' Hare, A., & Rutherford, M. (2007). Receptive and expressive prosodic ability in children with high-functioning autism. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 50(4), 1015–1028.
- Philip, R. C., Whalley, H. C., Stanfield, A. C., Sprengelmeyer, R., Santos, I. M., Young, A. W., ... Hall, J. (2010). Deficits in facial, body movement and vocal emotional processing in autism spectrum disorders. *Psychological Medicine*, 40(11), 1919–1929.
- *Ploog, B. O., Brooks, P. J., Scharf, A., & Aum, S. (2014). Perception of the prosody and content of sentences in an unfamiliar language in children with autism spectrum disorders. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 8(7), 775–787.
- Riby, D. M., & Hancock, P. J. (2009). Do faces capture the attention of individuals with Williams syndrome or autism? Evidence from tracking eye movements. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 39(3), 421–431.
- Rosenblau, G., Kliemann, D., Dziobek, I., & Heekeren, H. R. (2017). Emotional prosody processing in autism spectrum disorder. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 12(2), 224–239.
- Rothstein, H. R., Sutton, A. J., & Borenstein, M. (2005). *Publication bias in meta-analysis: Prevention, assessment and adjustments*. John Wiley & Sons.
- Rump, K. M., Giovannelli, J. L., Minshew, N. J., & Strauss, M. S. (2009). The development of emotion recognition in individuals with autism. *Child Development*, 80(5), 1434–1447.
- *Scheerer, N. E., Shafai, F., Stevenson, R. A., & Iarocci, G. (2020). Affective prosody perception and the relation to social competence in autistic and typically developing children. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 48(7), 965–975.
- Schelinski, S., & von Kriegstein, K. (2019). The relation between vocal pitch and vocal emotion recognition abilities in people with autism spectrum disorder and typical development. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 49(1), 68–82.
- Scherf, K. S., Elbich, D., Minshew, N., & Behrmann, M. (2015). Individual differences in symptom severity and behavior predict neural activation during face processing in adolescents with autism. *NeuroImage: Clinical*, 7, 53–67.
- Schirmer, A., & Kotz, S. A. (2006). Beyond the right hemisphere: Brain mechanisms mediating vocal emotional processing. *Trends in Cognitive Sciences*, 10(1), 24–30.
- Schreibman, L., Dawson, G., Stahmer, A. C., Landa, R., Rogers, S. J., McGee, G. G., ... Halladay, A. (2015). Naturalistic developmental behavioral interventions: Empirically validated treatments for autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 45(8), 2411–2428.
- Segal, O., Kaplan, D., Patael, S., & Kishon-Rabin, L. (2014). Judging emotions in lexical-prosodic congruent and incongruent speech stimuli by adolescents in the autism spectrum. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 66(1-2), 25–36.
- Shih, P., Keehn, B., Oram, J. K., Leyden, K. M., Keown, C. L., & Müller, R. -A. (2011). Functional differentiation of posterior superior temporal sulcus in autism: A functional connectivity magnetic resonance imaging study. *Biological Psychiatry*, 70(3), 270–277.
- *Singh, L., & Harrow, M. S. (2014). Influences of semantic and prosodic cues on word repetition and categorization in autism. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 57(5), 1764–1778.
- *Sivathan, S., Dahary, H., Burack, J. A., & Quintin, E. M. (2023). Basic emotion recognition of children on the autism spectrum is enhanced in music and typical for faces and voices. *PLoS One*, 18(1), 0279002.
- Smith, M. J. L., Montagne, B., Perrett, D. I., Gill, M., &

- Gallagher, L. (2010). Detecting subtle facial emotion recognition deficits in high-functioning autism using dynamic stimuli of varying intensities. *Neuropsychologia*, 48(9), 2777–2781.
- *Song, Y., Zhong, J., Jia, Z., & Liang, D. (2020). Emotional prosody recognition in children with high-functioning autism under the influence of emotional intensity: Based on the perspective of emotional dimension theory. *Journal of Communication Disorders*, 88, 106032.
- Spyridoula, M., Mariana, S., & Galyna, R. (2021). Theoretical and pedagogical backgrounds to children's Asperger syndrome definition. *Educational Horizons*, 52(1), 48–52.
- Stewart, M. E., McAdam, C., Ota, M., Peppé, S., & Cleland, J. (2013). Emotional recognition in autism spectrum conditions from voices and faces. *Autism: The International Journal of Research and Practice*, 17(1), 6–14.
- Sucksmith, E., Allison, C., Baron-Cohen, S., Chakrabarti, B., & Hoekstra, R. A. (2013). Empathy and emotion recognition in people with autism, first-degree relatives, and controls. *Neuropsychologia*, 51(1), 98–105.
- *Taylor, L. J., Maybery, M. T., Grayndler, L., & Whitehouse, A. J. (2015). Evidence for shared deficits in identifying emotions from faces and from voices in autism spectrum disorders and specific language impairment. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 50(4), 452–466.
- Uljarevic, M., & Hamilton, A. (2013). Recognition of emotions in autism: A formal meta-analysis. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 43(7), 1517–1526.
- Uono, S., Sato, W., & Toichi, M. (2011). The specific impairment of fearful expression recognition and its atypical development in pervasive developmental disorder. *Social Neuroscience*, 6(5–6), 452–463.
- *Van Lancker, D., Cornelius, C., & Needleman, R. (1991). Comprehension of verbal terms for emotions in normal, autistic, and schizophrenic children. *Developmental Neuropsychology*, 7(1), 1–18.
- Wagener, G. L., Berning, M., Costa, A. P., Steffgen, G., & Melzer, A. (2021). Effects of emotional music on facial emotion recognition in children with autism spectrum disorder (ASD). *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 51(9), 3256–3265.
- *Wang, A. T., Lee, S. S., Sigman, M., & Dapretto, M. (2006). Neural basis of irony comprehension in children with autism: The role of prosody and context. *Brain*, 129(4), 932–943.
- *Wang, J. E., & Tsao, F. M. (2015). Emotional prosody perception and its association with pragmatic language in school-aged children with high-function autism. *Research in Developmental Disabilities*, 37, 162–170.
- Wang, Q., Li, H., Li, Y., Lv, Y., Ma, H., Xiang, A., ... Liu, D. (2021). Resting-state abnormalities in functional connectivity of the default mode network in autism spectrum disorder: A meta-analysis. *Brain Imaging and Behavior*, 15(5), 2583–2592.
- Waxer, M., & Morton, J. B. (2011). The development of future-oriented control: An electrophysiological investigation. *NeuroImage*, 56(3), 1648–1654.
- Yeung, M. K. (2022). A systematic review and meta-analysis of facial emotion recognition in autism spectrum disorder: The specificity of deficits and the role of task characteristics. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 133, 104518.
- Zelazo, P. D. (2015). Executive function: Reflection, iterative reprocessing, complexity, and the developing brain. *Developmental Review*, 38, 55–68.
- Zhang, M., Xu, S., Chen, Y., Lin, Y., Ding, H., & Zhang, Y. (2022). Recognition of affective prosody in autism spectrum conditions: A systematic review and meta-analysis. *Autism*, 26(4), 798–813.

Emotional speech recognition in children with autism spectrum disorder: A three-level meta-analysis of prosodic, semantic, and integrative deficits

CHEN Lijun¹, JIN Yuexin¹, ZENG Hanhan², JIANG Xiaoliu³

⁽¹⁾ Department of Psychology, Faculty of Humanities and Social Sciences, Fuzhou University, Fuzhou 350108, China)

⁽²⁾ School of Sociology and Psychology, Central University of Finance and Economics, Beijing 100098, China)

⁽³⁾ Department of Social Psychology, School of Sociology, Nankai University, Tianjin 300350, China)

Abstract: Children with autism spectrum disorder (ASD) face significant challenges in recognizing emotions from voice information, a core deficit underlying their social communication impairments. While existing studies have debated whether these difficulties stem from prosodic, semantic, or integrative processing deficits, inconsistent methodologies and cultural variability have hindered conclusive insights. This meta-analysis systematically synthesized data from 47 studies (93 effect sizes, $N = 3,142$ participants) using a three-level meta-analytic model. We conducted subgroup analyses for the following categorical

moderators—task type, cultural context, age group, control-group matching, speaker gender, emotion type, and ASD subtype—and meta-regression analyses for the continuous moderators of publication year, sample size, and study quality. Results revealed a moderate overall impairment in ASD children compared to neurotypical peers ($g = -0.71$, 95% CI $[-0.89, -0.54]$, $p < 0.001$), with the largest deficit observed in integrative tasks requiring simultaneous processing of semantic and prosodic cues ($g = -0.90$), followed by prosodic ($g = -0.61$) and semantic tasks ($g = -0.49$). Cultural context significantly moderated outcomes ($p = 0.023$): ASD children from high-context cultures (e.g., East Asia) exhibited more pronounced deficits ($g = -1.03$) than those from low-context cultures (e.g., North America; $g = -0.60$), likely due to heightened reliance on implicit prosodic cues in high-context communication. In integrative tasks, material type significantly influenced performance ($p < 0.001$). Specifically, the greatest differences between groups were observed with materials integrating prosodic and semantic cues ($g = -1.16$), followed by materials featuring prosodic-semantic conflict ($g = -0.80$) and those where emotion was conveyed through prosody ($g = -0.78$). The smallest group differences were found with prosodic-semantic congruent materials ($g = -0.22$). Notably, age did not significantly moderate deficits, suggesting persistent core impairments rather than developmental delays. The task type interacted with cultural context ($p = 0.035$) and emotion type ($p = 0.019$). Specifically, children with ASD from high-context cultures demonstrated the greatest difficulties in vocal emotion recognition during integrated tasks, showing the largest performance gap compared to typically developing children when identifying mixed and complex emotions in such tasks. This meta-analysis advances the understanding of social communication deficits in ASD: emotional speech recognition challenges to impaired dynamic weighting of multimodal cues rather than isolated prosodic or semantic deficiencies. This study supports the “Weak Central Coherence theory” and provides empirical evidence for understanding the mechanisms of social impairments in ASD and developing targeted interventions.

Keywords: autism spectrum disorder, emotional speech recognition, semantics cues, prosodic cues, meta-analysis

附录

附表 1 纳入分析的原始文献信息

作者年份 ^a	国家/地区	语境文化	孤独症组年龄范围(均值) [单位: 岁]	对照组的年龄范围(均值) [单位: 岁]	孤独症组年龄类型 ^b	孤独症组的性别比 (男/女)	对照组的性别比 (男/女)	孤独症类型	对照组合匹配信息	语音材料情 性别类型	材料类型	任务类型	效应值	质量评估	
Angelieri et al., (2016)	意大利	低	4.9~15.2 (9.46)	4.8~15.1 (8.73)	混合	12/4	12/4	HFA	心理年龄	/	复杂	依赖语义表达情绪的材料	语义	-0.86	4
Baker et al., (2010)	美国	低	10~14 (12.8)	10~14 (12.2)	混合	16/3	16/3	HFA	生理年龄、总智商	/	基本	通过韵律表达情绪的材料	韵律	-1.15	
Boucher et al., (2000)	英国	低	/ (9.58±1.0)	/ (6.33±0.8)	儿童	16/3	10/9	ASD	言语智商	女性	复杂	韵律与语义冲突材料	整合	-0.77	4
Bremmand et al., (2011)	英国	低	10.5~19.3 (14.5)	11~16.7 (13.3)	混合	14/1	12/3	AS	生理年龄	都有	基本	通过韵律表达情绪的材料	韵律	-0.69	4
Brooks & Ploog (2013)	美国	低	5.0~17.6 (9.0)	5.4~16.0 (9.0)	混合	10/3	6/7	ASD	生理年龄	男性	复杂	通过韵律表达情绪的材料	韵律	0.14	4
Brooks et al., (2018)	美国	低	7.08~21.33 (13.42)	7.5~21.17 (13.75)	混合	10/3	10/3	ASD	生理年龄	都有	复杂	通过韵律表达情绪的材料	韵律	-1.03	4
Chevallier et al., (2009)	英国	低	11.08~17.83 (13.67)	11.5~16.67 (14.17)	混合	17/0	17/0	AS	生理年龄、言语智商	/	/	通过韵律表达情绪的材料	韵律	-0.08	4
Chiew & Kjelgaard (2017)	美国	低	9.83~12.83 (11.58)	6.92~8.67 (8.0)	儿童	12/1	8/13	ASD	未匹配	女性	基本	通过韵律表达情绪的材料	韵律	-1.25	3
Demopoulos et al., (2015)	美国	低	5.5~18.5 (11.47)	8~18.92 (13.78)	混合	18/7	7/5	ASD	生理年龄	/	基本	通过韵律表达情绪的材料	韵律	-1.00	4
Diehl et al., (2008)	美国	低	11~19 (15.28±2.39)	11~19 (15.58±2.31)	青少年	17/4	17/5	HFA	生理年龄、言语智商、总智商	/	/	通过韵律表达情绪的材料	韵律	-0.66	4
Duville et al., (2024)	墨西哥	高	6.4~13 (9.2)	6.2~13.5 (10.2)	儿童	35/5	18/22	ASD	未匹配成功	女性	基本	韵律与语义一致材料	韵律	-1.20	5

续表

作者年份 ^a	国家/ 地区	语境 文化	孤独症组年 龄范围(均值) [单位: 岁]	对照组年龄范 围(均值) [单位: 岁]	孤独症组 年龄段 类型 ^b	孤独症组 的性别比 (男/女)	对照组的 性别比 (男/女)	孤独症 类型	对照组匹配信息	语音 性别	材料情 绪类型	材料类型	任务 类型	效应 值	质量 评估
Filipe et al., (2016)	葡萄牙	低	5~9 (7.33)	5~9 (7.27)	儿童	15/0	15/0	HFA	生理年龄、操作 智商	/	/	/	韵律	-0.76	3
Fridenson-Ha yo (2016)	以色列	低	5~9 (7.45)	5~9 (7.50)	儿童	18/2	19/3	HFA	生理年龄、言语 智商、操作智商	/	都有,	综合韵律与语义线索材料	整合	-0.88	5
	英国	低	5~9 (8.58)	5~9 (7.80)	儿童	15/1	13/5				可分			-0.79	
	瑞典	低	5~9 (6.97)	5~9 (7.36)	儿童	15/4	15/3							-1.05	
Golan et al., (2008)	英国	低	8.3~11.8 (10)	8.2~12.1 (10.1)	儿童	22/1	23/1	HFA/AS	生理年龄、言语 智商、操作智商、 总智商	都有	复杂	综合韵律与语义线索材料	整合	-1.30	5
Golan et al., (2015)	英国	低	8.2~11.8 (9.7)	8.2~12.1 (10.0)	儿童	29/1	24/1	ASD	生理年龄、言语 智商、操作智商	都有	复杂	综合韵律与语义线索材料	整合	-1.10	5
Golan et al., (2018)	以色列	低	8~12 (9.13)	2.1~6 (4.01)	混合 (两组 差距过 大)	24/5	27/7	ASD	心理年龄	都有	基本	无语义的韵律、面孔、单 纯语义多种材料综合	整合	-8.27	5
Grossman (2010)	美国	低	7.5~17 (12.3)	7.5~18 (12.6)	混合	16 未写明 性别	15 未写明 性别	HFA	生理年龄、言语 智商、操作智商、 总智商	女性	基本	通过韵律表达情绪的材料	韵律	-0.25	4
Grossman & Tager-Flusberg (2012)	美国	低	8.83~19.75 (13.83)	10.17~17.92 (14.0)	混合	18/4	19/3	ASD	言语智商	都有	基本	韵律与语义一致材料	整合	-0.10	
Gyurjyan (2004)	美国	低	7.8~22.4 (13.5)	7.6~22.3 (13.4)	混合	18/4	17/5	AS	生理年龄、总 智商	总智 男	基本	通过韵律表达情绪的材料	韵律	-0.63	4
												韵律与语义冲突材料	整合	-0.30	

续表

作者年份 ^a	国家/地区	语境文化	孤独症组年龄范围 [单位: 岁]	对照组年龄范围(均值) [单位: 岁]	孤独症组的性别比 (男/女)	对照组的性别比 (男/女)	孤独症类型	对照匹配信息	语音性别	材料情绪类型	材料类型	任务类型	效应值	质量评估
Järvinen-Pasley et al., (2008)	英国	低	/(12.55±2.57) / (12.03±2.62)	混合	17/3	16/4	HFA\AS	生理年龄、言语智商、操作智商	女性	/	/	韵律	0.91	4
			/(12.86±2.31) / (12.86±2.44)		20/0						/	韵律	0.95	
											/		0.41	
Leipold et al., (2023)	美国	低	7~12 (10.73)	7~12 (10.71)	16/6	13/8	ASD	生理年龄、言语智商、操作智商、总智商	女性	基本	通过韵律表达情绪的材料	韵律	-0.70	5
Leung (2017)	新西兰	低	/(9.50±1.83) / (9.43±1.87)	儿童	11/1	4/10	HFA	生理年龄	都有	基本	通过韵律表达情绪的材料	韵律	-2.09	4
			/(9.91±2.23) / (9.43±1.87)		9/3								-1.84	
Li et al., (2013)	中国香港	高	8.25~12.15 (10.42)	儿童	12/0	12/0	ASD	言语智商	/	复杂	通过韵律表达情绪的材料	韵律	-0.57	4
			[总样本]								依赖语义表达情绪的材料	语义	-1.74	
											综合韵律与语义线索材料	整合	-2.02	
Lindner & Rosén (2006)	美国	低	5~16 (10.21)	5~16 (10.19)	12/2	11/5	AS	生理年龄、言语智商	都有	基本	通过韵律表达情绪的材料	韵律	-1.08	5
											依赖语义表达情绪的材料	语义	-0.17	
Löytömäki et al., (2020)	芬兰	低	6~10 (8.25)	6~10 (8.02)	18/2	47/59	AS\PDD	生理年龄	/	基本	通过韵律表达情绪的材料	韵律	-0.39	4
											韵律与语义一致材料		-0.25	
											韵律与语义一致材料	整合	-0.69	

续表

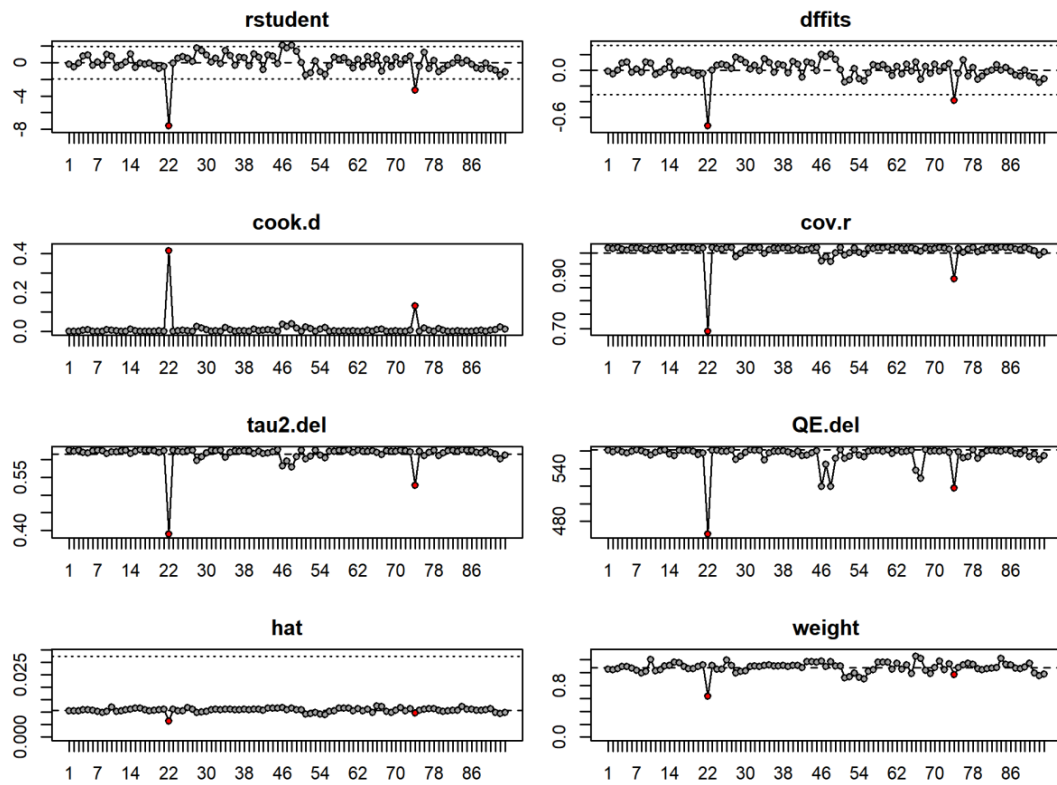
作者年份 ^a	国家/地区	语境文化	孤独症组年龄范围(均值) [单位: 岁]	对照组年龄范围(均值) [单位: 岁]	孤独症组的性别比 (男/女)	对照组的性别比 (男/女)	孤独症类型	匹配信息	语音性别	材料类型	任务类型	效应值	质量评估
Lyons et al., (2014)	美国	低	9~12 (10.76)	9~12 (11.18)	12/3	17/5	低语言能 力 HFA	生理年龄	/	基本	通过韵律表达情绪的材料	韵律	-1.30 5
			9~12 (10.72)	9~12 (11.18)	30/5	17/5	高语言能 力 HFA	生理年龄、言语 智商、操作智商				-0.39	
			13~17 (15.21)	13~17 (14.94)	12/2	14/7	低语言能 力 HFA	生理年龄				-1.15	
			13~17 (15.26)	13~17 (14.94)	21/2	14/7	高语言能 力 HFA	生理年龄、言语 智商、操作智商				-0.14	
Matsumoto et al., (2016)	日本	高	10~15 (11.83)	10~15 (11.58)	6/6	6/6	HFA	生理年龄、言语 智商、操作智商、 总智商	女性	基本	通过韵律表达情绪的材料	韵律	-0.89 5
Oerlemans et al., (2013)	荷兰	低	9~21 (12.40)	9~21 (11.69)	混合	115/25(纳入 119, 排除的 21 人 性别不明)	ASD	生理年龄、操作 智商	都有	基本	通过韵律表达情绪的材料	韵律	-0.03 5
Oerlemans et al., (2014)	荷兰	低	6~13 (11.55)	6~13 (10.78)	儿童	54/12	ASD	生理年龄、操作 智商	都有	基本	通过韵律表达情绪的材料	韵律	-1.53 6
Ozonoff et al., (1990)	美国	低	3.42~10.83 (6.4)	2.83~3.83 (3.0)	混合	10/4	ASD	言语智商	/	基本	通过韵律表达情绪的材料	整合	-0.39 5
			3.42~10.83 (6.24)	2.83~8.00 (4.14)	混合	9/4		操作智商				-1.15	
Paul et al., (2005)	美国	低	/(16.8)	/(16.7)	青少年	27(性别不明)	14HFA, 10AS, 3PDD-NOS	生理年龄、言语 智商	/	基本	通过韵律表达情绪的材料	整合	-0.16 5

续表

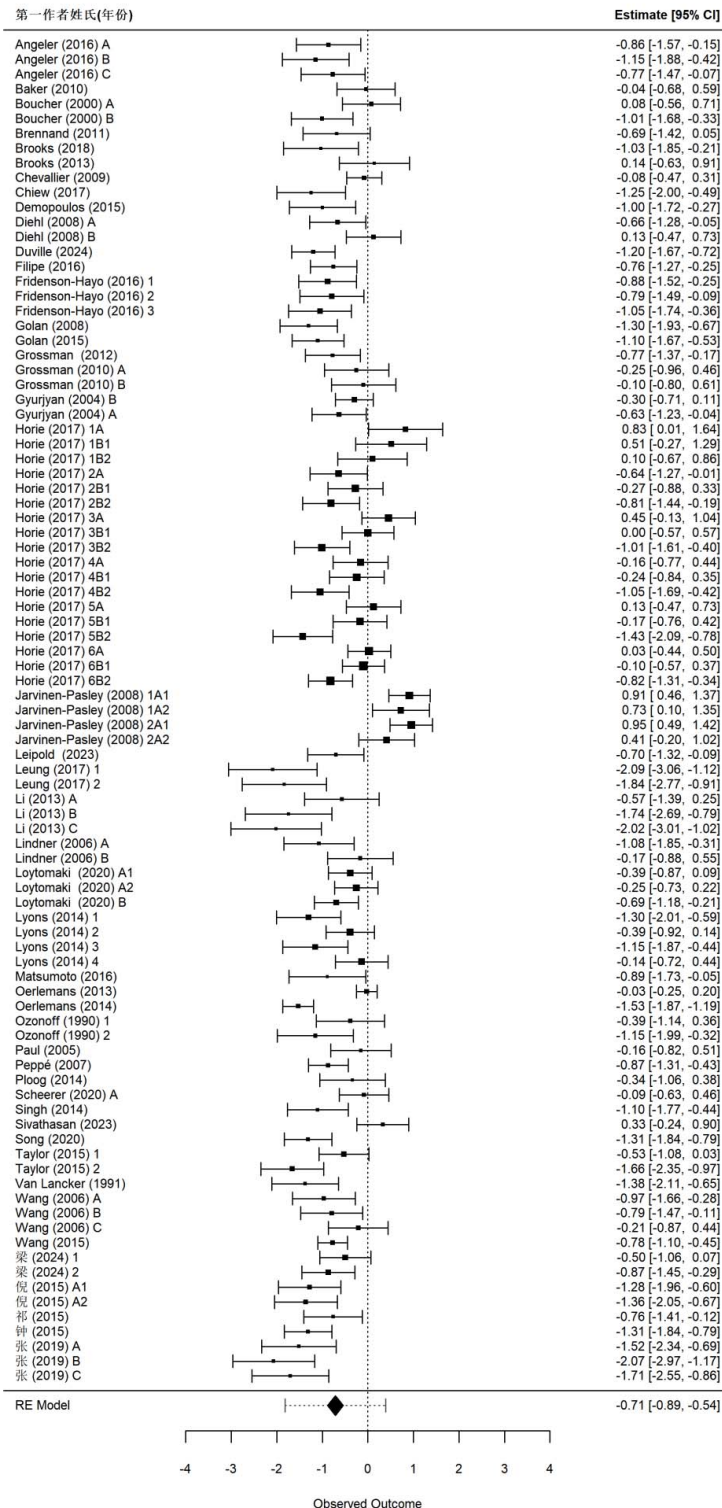
作者/年份 ^a	国家/地区	语境文化	孤独症组年龄范围(均值) [单位: 岁]	对照组年龄范围(均值) [单位: 岁]	孤独症组的性别比 (男/女)	对照组的性别比 (男/女)	孤独症类型	对照信息	语音性别	材料情 绪类型	材料类型	任务 类型	效应 值	质量 评估
Peppé et al., (2007)	英国	低	6.08~13.50 (9.83)	4.83~11.67 (6.83)	24/7	54/18	HFA	言语智商	/	基本	通过韵律表达情绪的材料	韵律	-0.87	5
Ploog et al., (2014)	美国	低	5.42~18 (10.58)	5.17~16.33 (10.83)	11/4	11/4	ASD	生理年龄	男性	基本	通过韵律表达情绪的材料	韵律	-0.34	4
Scheerer et al., (2020)	加拿大	低	7.01~12.96 (10.02)	6.68~11.59 (9.43)	17/9	18/8	ASD	生理年龄、总智商	都有	基本	通过韵律表达情绪的材料	韵律	-0.09	5
												整合	-3.49 ₆	
Singh & Harrow (2014)	新加坡	高	8.08~13 (10.58)	8.67~12 (10.50)	9/1	9/1	HFA	生理年龄、言语智商	女性	基本	综合韵律、语义线索材料	整合	-1.10	5
Sivathasan et al., (2023)	加拿大	低	9~13 (11.02)	6~12 (9.70)	19/6	11/12	ASD	生理年龄、言语智商、总智商 在差异, 均作协变量处理	都有	基本	通过韵律表达情绪的材料	韵律	0.33	5
Song et al., (2020)	中国	高	5.75~7.67 (6.57)	6~7.75 (6.74)	28/6	28/6	HFA	生理年龄、言语智商、操作智商、总智商	女性	基本	通过韵律表达情绪的材料	韵律	-1.31	5
Taylor et al., (2015)	澳大利亚	低	5.42~12.67 (9.67)	5.58~12.33 (8.94)	12/5	26/28	ASD 语言正常组	生理年龄、非语言智商	都有	都有、可分	通过韵律表达情绪的材料	整合	-0.53	5
			5.58~12.33 (7.73)	5.58~12.33 (8.94)	10/2	26/28	ASD 语言受损组						-1.66	
Van Lancker et al., (1991)	美国	低	7~12.83 (8.67)	6.17~12.08 (8.75)	17/3	9/7	ASD	生理年龄	/	混合、不可分	依赖语义表达情绪的材料	整合	-1.38	4
Wang et al., (2006)	美国	低	7.4~16.9 (11.19)	8.1~15.7 (11.19)	18/0	18/0	ASD	生理年龄、言语智商、操作智商、总智商	都有	复杂	综合韵律与语义线索材料	整合	-0.97	5
											依赖语义表达情绪的材料	语义	-0.79	
											通过韵律表达情绪的材料	韵律	-0.21	

续表															
作者年份 ^a	国家/地区	语境文化	孤独症组年龄范围 [单位: 岁]		对照组年龄范围 [单位: 岁]	年龄段类型 ^b	孤独症组的性别比 (男/女)	对照组的性别比 (男/女)	孤独症类型	对照信息匹配	语音材料情绪类型	材料类型	任务类型	效应值	质量评估
Wang & Tsao (2015)	中国台湾	高	6~11 (8.17)	6~11 (8.17)	儿童	25/0	25/0	HFA	生理年龄、总智商	女性	基本	韵律、语义冲突材料	整合	-0.78	5
梁丹丹等 (2024)	中国	高	4~5.5 (4.92)	4~5.5 (4.83)	幼儿	24/1	20/5	HFA	生理年龄、言语智商、操作智商、总智商	/	基本	韵律与语义冲突材料	整合	-0.50	5
			6~7.92 (6.75)	6~7.92 (6.92)	儿童	17/8	16/9								-0.87
倪萍萍 (2015)	中国	高	7.75~15	5.5~6	混合	25/5(纳入26, 排除的4人性别不明)	10/5	ASD	言语智商、操作智商	/	基本	韵律与语义一致材料 韵律与语义冲突材料	整合	-1.28	3
祁晶等 (2022)	中国	高	/ (6.25±1.71) / (6.4±1.79)		儿童	18/2	18/2	ASD	生理年龄	女性	基本	通过韵律表达情绪的材料	整合	-0.76	4
张笛 (2019)	中国	高	8~12 (10.53)	8~12 (10.47)	儿童	14/0	14/0	HFA	生理年龄、言语智商	/	复杂	通过韵律表达情绪的材料 依赖语义表达情绪的材料 综合韵律、语义线索材料	韵律 语义 整合	-1.52	4
钟检秀 (2015)	中国	高	5.75~7.67 (6.56)	6~7.75 (6.74)	儿童	28/6	28/6	ASD	生理年龄、言语智商、操作智商、总智商	/	基本	通过韵律表达情绪的材料	韵律	-1.31	4

注: ^a 仅列出第一作者姓氏及年份; ^b 同时覆盖两个及以上年龄段的效应量标记为“混合”且不纳入年龄段相关的亚组与交互作用分析; ^c 数据被识别为极端值, 未纳入最终分析。
HFA=高功能孤独症; AS=阿斯伯格综合征; ASD=未明确为高功能或阿斯伯格类型的孤独症谱系; PDD-NOS=待分类的广泛性发展障碍, 亦作非典型孤独症。

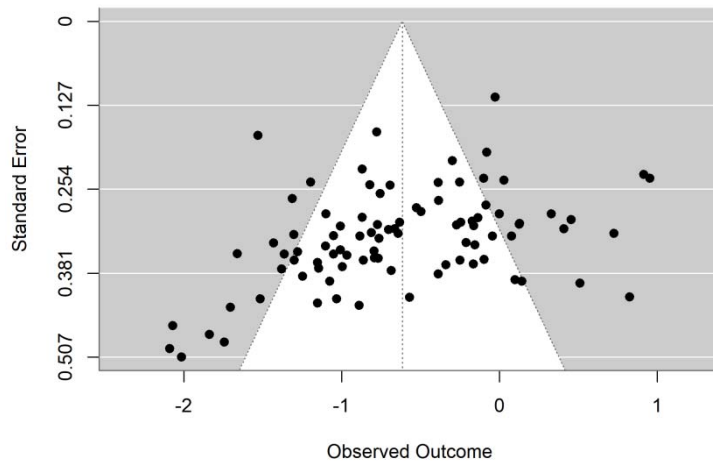


附图 1 基于 Cook 距离法的效应量影响力分析结果
注：红色标记为对结果有较大影响的异常值。

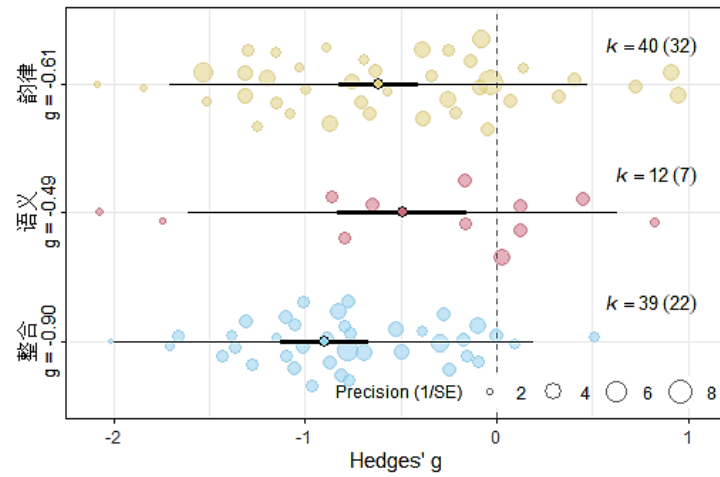


附图 2 最终纳入研究的森林图

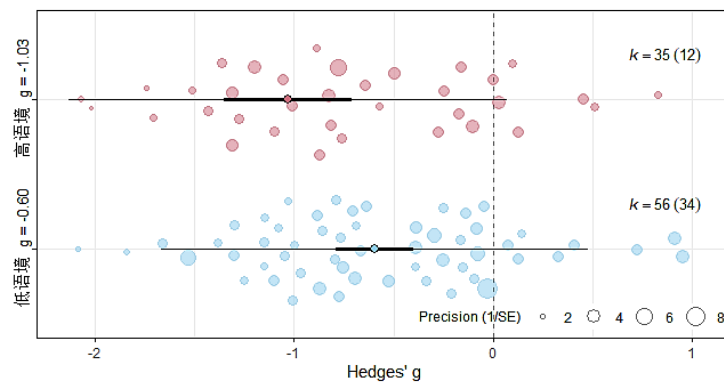
注: RE Model 为随机效应模型; Estimate 95% CI 代表效应量和对应的置信区间。



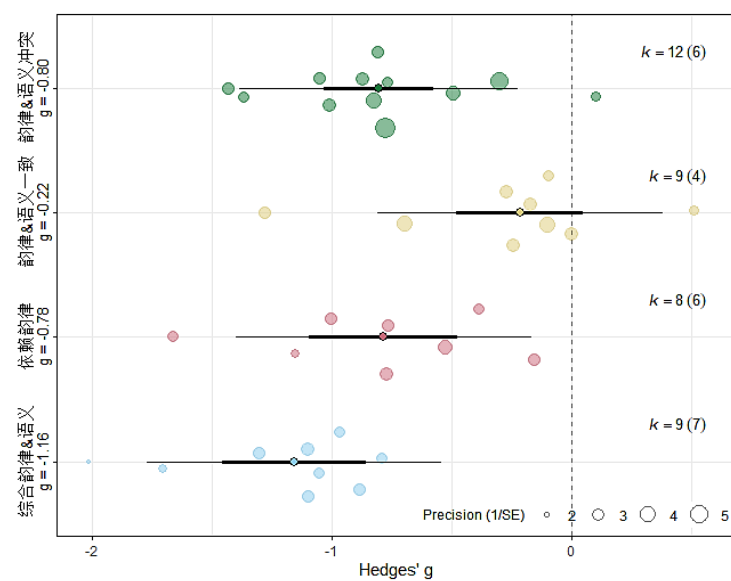
附图 3 漏斗图



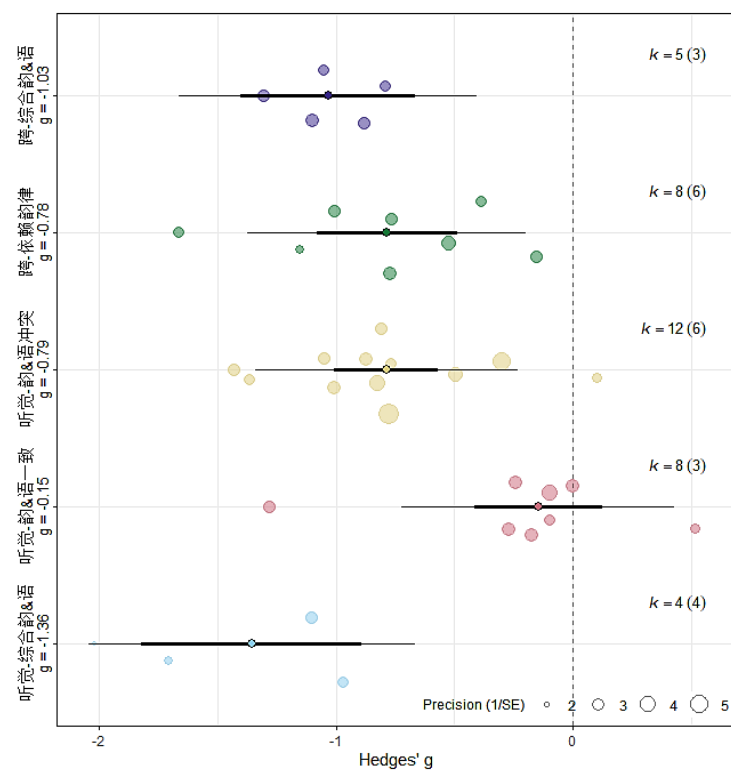
附图 4 任务类型的调节效应果图



附图 5 语境文化的调节效应果图



附图 6 整合任务下材料类型的调节效应果园图



附图 7 整合任务下的材料类型×通道类型的交互作用果园图