

• 元分析(Meta-Analysis) •

## 复杂言语加工任务中无关言语效应的元分析\*

张楠<sup>1,2</sup> 李旭奎<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>同济大学外国语学院, 上海 200092)(<sup>2</sup>中国海洋大学外国语学院, 青岛 266100)

**摘要** 大量研究证明简单言语加工任务中存在无关言语效应, 但与之相比, 在更复杂的言语加工任务中, 该效应是否依然存在、效应有多大、干扰来源是什么、作用路径是什么, 以及影响该效应的调节变量有哪些等问题, 目前尚未得到解决。本研究使用随机效应模型对检索后获得的 30 个研究(113 个独立效应量)进行元分析。结果发现, 剔除异常值后, 无关言语可显著干扰个体在复杂言语加工任务中的表现, 但整体效应量较小; 无关言语效应受受试年龄群体、无关言语可理解性、响度、可预测性、无意义言语类型及复杂言语加工任务类型的调节, 且无关言语可理解性与受试年龄群体、复杂言语加工任务类型、任务语言单位、任务言语所属文字系统分别存在交互作用。此外, 相比语音干扰假说, 语义干扰假说的合理性更强; 而关于无关言语效应的作用路径, 过程干扰假说的合理性得到了一定支持。后续研究应进一步探索复杂言语加工任务中无关言语效应的其他潜在调节变量的影响, 以便为当今社会多媒体教学背景下利用音频、视频等现代教育技术辅助语言学习带来启发, 为学习环境的设计与优化、减少背景噪音对个体的干扰提供思路, 并为针对认知缺陷人群开发更有效的干预与治疗方法提供理论指导和支持。

**关键词** 无关言语效应, 言语加工, 干扰机制, 元分析

**分类号** B842; H08

### 1 引言

人们的日常学习环境充满了各种背景声音, 其中与当下正在进行的视觉认知任务无关的言语声音会对个体的认知活动带来干扰, 这种现象被称为无关言语效应(俞锦旺等, 2020; 张苏媛等, 2021; Colle & Welsh, 1976; Jones & Macken, 1993; Yan et al., 2018)。言语声音同时含有语音、语义成分, 且具有一定的声学特征, 因此, 引起无关言语效应的关键因素是什么, 此效应的作用路径如何, 一直是学界广泛关注的问题。随着研究者们对简单言语加工任务(即简单短时记忆任务, 指对字母和数字的记忆)中无关言语效应的认识越来越丰富, 复杂认知任务中是否存在该效应仍存在争议。例如, 阅读理解就是一项复杂的认知任务,

其涵盖词汇识别、句法分析、语义整合和推理判断等复杂的言语加工过程(余俊橙等, 2023; Hannon & Daneman, 2001)。已有研究表明, 无关言语会干扰阅读理解这一复杂言语加工任务(闫国利, 孟珠, 2018; Vasilev et al., 2019), 但是否对其他复杂言语加工任务均产生干扰尚不得而知。目前, 仅 Vasilev 等人(2018)以元分析的方式考察过背景声音(包括背景言语)对阅读理解任务的影响, 但无法得出无关言语对普遍复杂言语加工任务的整体效应量大小。再者, 由于各研究设计差异较大, 无关言语效应是否受无关言语特征、任务特征及受试特征的调节, 也需要进一步的证据支持。

本研究所探讨的“复杂言语加工任务”指对视觉呈现的言语材料(包括字、词、句、段落和篇章各语言单位)进行识别、加工、理解, 以及基于视觉言语材料进行产出的任务。此定义突出两个方面, 一是“视觉”呈现。本研究仅囊括视觉认知任务, 将“听觉感知任务(如, Kattner & Meinhardt, 2020)”

收稿日期: 2024-12-30

\* 国家社会科学基金项目(20BYY008)。

通信作者: 李旭奎, E-mail: lixukai@ouc.edu.cn

排除在外。这是由于听觉刺激对听觉感知任务的干扰通常用掩蔽效应(masking effect)来解释(杨志刚等, 2014), 而不是无关言语效应(irrelevant speech effect)。二是“言语”材料。本研究所述的言语加工主要指对语言的形(form)与义(meaning)进行识别、加工、理解及在此基础上的产出, 不包括“解数学应用题(刘妮娜等, 2023)”及“图片的视觉觉察(刘思耘等, 2016)”等非专注于语言加工本身的任务。

本研究探讨的“无关言语”指现存语言形成的正常语音流及以各种方式对其加工之后所得的其他类型的语音流。需要注意的是, 以往对无关言语效应的研究中有不少以“含歌词音乐”为背景音。然而, 与音乐相关的听觉干扰研究涉及诸多因素, 变量不易控制, 如各独立研究之间所使用音乐的速度(快、中、慢), 乐种(古典、流行、摇滚等), 音色(男声、女声、童声), 调式(大调、小调)等不尽相同, 难以判定究竟是这些伴奏本身的属性还是歌词(言语)带来了干扰。且伴奏带来的不一定是干扰效应, 很可能有促进认知加工的作用(李爱华, 2003), 这种促进作用与歌词带来的干扰作用之间是否存在抵消效应也很难评判; 此外, 音乐还会诱发不同的情绪, 如节奏平稳、速度轻快的和弦可以诱发正面情绪, 反之则会诱发负面情绪(孙亚楠等, 2009), 因此以音乐作为背景音而产生的干扰或促进效应很可能掺杂情绪的影响, 难以与“言语(歌词)”产生的影响剥离开来。再者, 个体音乐能力的不同也会影响其语音能力(裴正薇, 丁言仁, 2013), 进而影响对复杂言语加工任务的执行效果。因此, 本研究将“含歌词音乐”排除在外。

本研究将满足上述定义的复杂言语加工任务全部纳入研究范围, 运用元分析方法弥补抽样误差和主观疏漏, 验证上述界定的无关言语的总体效应, 探索潜在的调节变量及其交互作用, 以发现前人研究存在分歧的根源, 并对相关理论加以检验, 为解决无关言语效应的干扰来源之争, 即语音干扰假说(phonological-interference hypothesis)还是语义干扰假说(semantic-interference hypothesis), 提供数据支持。同时, 通过计算过程干扰假说(interference-by-process hypothesis)的效应量, 探索无关言语干扰复杂言语加工任务的作用路径。具体而言, 本研究试图回答以下问题:

(1)复杂言语加工任务中的无关言语效应量大小如何?

(2)复杂言语加工任务中无关言语效应的干扰来源如何(即语音干扰假说与语义干扰假说各自的支持效力如何)? 作用路径如何(即过程干扰假说的支持效力如何)?

(3)影响复杂言语加工任务中无关言语效应的潜在调节变量有哪些? 它们之间是否存在交互作用?

## 2 文献综述

### 2.1 复杂言语加工任务中无关言语效应的研究现状

尽管安静的环境被视为理想的学习与工作场所, 但现实中人们很少在绝对无声的条件下进行认知活动。环境中存在的背景声音不仅包括非言语声音, 如夏日的蝉鸣声, 窗外的车辆行驶声, 周围人的翻书写字声等, 还包括言语声音, 如走廊上的交谈声与打电话声等。与非言语声音相比, 言语声音具有特殊的声学特征(薛紫炫等, 2021), 且含有语音和语义成分, 通常被认为更有可能影响个体当下的认知活动(何立媛等, 2015; Cauchard et al., 2012; Shi, 2009), 尤其会影响同样包含言语成分的言语加工活动(吴三美等, 2021)。鉴于无关的背景言语和言语加工活动都是人们生活中无法回避的要素, 了解二者的关系、探索调节变量具有实际价值, 因此得到语言学与心理学等学科的共同关注。

自Colle和Welsh(1976)在简单短时记忆任务中发现无关言语对视觉认知任务的干扰作用以来, 无关言语效应在后续研究中得到了反复证实(慕德芳等, 2013; Barker & Elliott, 2019; Jones et al., 1990; Radun et al., 2024; Salamé & Baddeley, 1982, 1989), 因此, 现有的理论解释多基于简单言语加工任务而提出, 如发音相似(phonological similarity)干扰假说(Salamé & Baddeley, 1982)与特征模型(feature model)(Neath, 2000)等基于内容的干扰理论(the “interference-by-content” account)、状态变化假说(changing-state hypothesis)(Jones et al., 1992)等基于过程的干扰理论(the “interference-by-process” account)以及注意捕获(attentional capture)理论(Cowan, 1995)等基于注意资源的干扰理论(the attentional resource-based

accounts of disruption)。然而, 这些理论能否解释涉及更加复杂认知过程的言语加工任务还有待验证, 无关言语效应在简单言语加工任务以外的其他言语加工任务中能否保持显著与稳定尚无定论。本研究将梳理无关言语效应的研究现状, 探索其在复杂言语加工任务中效应量的大小, 阐明调节变量的选取依据, 总结当前研究存在的不足, 并厘清未来的研究方向。

复杂言语加工任务中的无关言语效应研究围绕三个方面展开, 即无关言语的特征、复杂言语加工任务的特征及受试特征。本研究将按照每一方面内部潜在的调节变量进行梳理。

### 2.1.1 无关言语的特征

言语一般包含语音、语义以及与噪音类似的声学特征等成分(孟珠, 2020)。当背景声音与当前任务均涉及言语时, 对于哪一(些)成分导致无关言语效应的产生这一问题, 前人的解决逻辑为: 1)比较安静与控制噪声(如白噪音)条件以探究声学特征的作用; 2)比较控制噪声与无意义言语条件以探究语音成分的作用; 3)比较无意义与有意义言语条件以探究语义成分的作用。

绝大多数研究发现安静与白噪音两种条件对复杂言语加工任务的干扰不存在显著差异(俞锦旺等, 2020: 实验1; Oswald et al., 2000; Yan et al., 2018; Vasilev et al., 2019), 故“声学特征”未被纳入本研究的潜在调节变量。至于无关言语的语音和语义成分是否导致无关言语效应的产生, 目前的研究结果并不一致, 可大体归为4类, 即1)仅语义成分存在干扰作用(吴三美等, 2021: 实验2; 俞锦旺等, 2020; 张苏媛等, 2021; Vasilev et al., 2019: Experiment 1 & 2; Yan et al., 2018); 2)仅语音成分存在干扰作用(孟珠, 2020: 实验3); 3)语音成分与语义成分均存在干扰作用, 但语义成分的影响更大(Marsh et al., 2014; Murphy et al., 2018); 4)语义成分与语音成分均不存在干扰作用(吴三美等, 2021: 实验1; Hyönä & Eklholm, 2016: Experiment 1)。对语义成分是否存在干扰的研究主要通过控制“无关言语的可懂度”加以探索(即有意义言语 vs. 无意义言语), 是否“可懂”是影响结果的关键因素, 而对语音成分是否存在干扰的判定极大程度上受选取的无意义背景言语材料的影响。本研究发现前人研究中的无意义言语材料既有受试无法听懂因而无法加工其语音成分的外

语(Martin et al., 1988: Experiment 4; Vasilev et al., 2019: Experiment 1 & 2), 也有人工处理后带有一定语音成分但受试仍无法加工的倒序言语(Oswald et al., 2000)以及频谱旋转背景言语及语音片段重组言语材料(孟珠, 2020: 实验1、2和5; Yan et al., 2018)等。这些言语虽均不可懂, 但语音特征各异, 可能影响无关言语效应干扰来源的判定。因此“无关言语可懂度”与“无意义言语类型”被纳入本研究的潜在调节变量。

此外, 本研究发现, 上述研究结果的不一致还可能源于以下方面: 1)无关言语的响度, 这是由于前人在探索响度对简单言语加工任务的影响时, 发现了高响度与低响度对任务干扰的显著差异(LaPointe et al., 2007: Experiment 2), 而 Guerra 等人(2021)也发现了高响度对阅读速度(复杂言语加工任务)的负面影响, 提示响度的差异很可能也在复杂言语加工任务中发挥重要作用; 2)无关言语(有意义言语)的文本体裁, 这是由于在发现语音成分无干扰作用的研究中, 有意义无关言语的言语类别多为叙事类(俞锦旺等, 2020; 张苏媛等, 2021; Yan et al., 2018), 发现语音成分存在干扰作用的研究中, 无关言语的类别几乎皆为信息类(Hyönä & Eklholm, 2016: Experiment 3; Marsh et al., 2014); 且前人研究提出体裁与难度相关, 因而会影响个体对文本的理解(McNamara et al., 2014), 例如叙事类文本就比信息类文本更容易阅读、理解以及回忆(Graesser & McNamara, 2011; McNamara et al., 2014); 3)无关言语(有意义言语)的可预测性, 因为 Emberson 等人(2010)发现, 在半对话、独白、对话这三种可预测性依次递增的背景音中, 可预测性最低的背景音比正常对话或独白更容易分散注意力, Marsh 等人(2018)同样得出了半对话相比正常对话具备更强的干扰力这一结果; 4)复杂言语加工任务的类型, 因为发现仅语义成分有干扰作用的研究中, 实验任务绝大部分为言语理解任务(吴三美等, 2021: 实验2; 俞锦旺等, 2020: 实验2; 张苏媛等, 2021; Vasilev et al., 2019: Experiment 1 & 2; Yan et al., 2018), 而发现语义与语音成分均存在干扰作用, 但前者干扰作用更大的研究多采用更侧重言语加工的复杂言语记忆任务(Marsh et al., 2014; Murphy et al., 2018)。因此, 无关言语的响度、无关言语(有意义言语)的文本体裁、可预测性及复杂言语加工任务的类

型被列入潜在的调节变量。

语言单位的大小所带来的语义连贯性(coherence)的不同也可能影响无关言语效应(Hyönä & Eklholm, 2016: Experiment 3)。前人选取的无关言语材料包括以字词为单位的词表(Beaman et al., 2014; Marsh et al., 2014: Experiment 3)、以句子为单位的句列(句与句之间无语义衔接关系)(Mama et al., 2018: Experiment 1; Vasilev et al., 2019)、连贯性介于孤句与段篇之间的“半对话”(Marsh et al., 2018; van de Poll & Sorqvist, 2016)以及以段篇为单位的音频等(Halin, Marsh, Haga et al., 2014; Halin, Marsh, Hellman et al., 2014; Kattner, 2025; Marsh et al., 2014; Schwarz et al., 2015)。将上述言语单位作为无关言语均有其道理,如以字词为单位时,研究者可更精确地控制无关言语的特性(如语速、语调等),以句子或半对话为单位的无关言语更能反映现实生活中的场景,以段篇为单位便于考察连贯的语义及句法的干扰作用。不同语言单位的无关言语效应是否不同,对该问题的回答可为无关言语效应是由单个词汇的语义还是由词汇间的关系(如句法结构)造成(Marsh et al., 2014)提供证据补充。此外,He等人(2024)提出,词表类无关言语停顿次数较多,存在较多的非刺激特异性变异(stimulus-aspecific variation),而非词表类(更大句法单位)言语由于连贯性强,其言语上的变化属于刺激特异性变异(stimulus-specific variation)。若将两者的干扰效应整体对比,可为注意力捕获理论(Buchner et al., 2004; Cowan, 1995; Röer et al., 2015)提供证据,验证究竟是特定注意力捕获(specific attention capture)还是非特定注意力捕获(aspecific attention capture)的支持力更大。因此,本研究将无关言语(有意义言语)的语言单位纳入调节变量。

### 2.1.2 复杂言语加工任务的特征

#### (1)任务类型与任务语言单位

研究发现,无关言语对不同类型和不同语言单位的加工任务均存在干扰,如字词的记忆(Beaman et al., 2014; MacDermid et al., 2023; Marsh et al., 2014)、字词的加工与判断(孟珠, 2020; 俞锦旺等, 2020; Meinhardt - Injac et al., 2015)、句子的加工与理解(吴三美等, 2021; 闫国利, 孟珠, 2018; 张苏媛等, 2021; Oliver et al., 2012)、篇章的阅读与理解(何立媛等, 2021; 吴三美等,

2021; Guerra et al., 2021; Vasilev et al., 2019)以及基于视觉呈现材料的限定性写作(Braat-Eggen et al., 2020; van de Poll et al., 2019)等。鉴于不同类型的复杂言语加工任务对无关言语的敏感性不同(MacDermid et al., 2023),本研究将“任务类型”分为言语识别、言语记忆及言语理解三个组纳入调节变量进行研究。言语识别任务主要涉及对视觉呈现的言语材料的基本识别,尤其是对“形”与“音”的识别,包括但不限于真假词判断任务、拼写校对任务、字对声母一致性判断等。需要指出的是,此处对“音”的识别不是指听觉任务,而是判断视觉呈现的字对是否拥有同样的声母。言语记忆任务主要涉及对视觉呈现的言语材料的记忆。本研究仅纳入汉字与单词的记忆任务,排除了对字母和数字的记忆任务(简单言语加工任务),原因有二:1)汉字是从意义入手构拟形体,单字可直接表示意义(王宁, 2015),其无论在“形”还是“义”上都比字母和阿拉伯数字要复杂得多;2)单词(相比字母和阿拉伯数字)具有更丰富的语义信息和语音结构,个体加工单词会使用更复杂的策略,如基于语义的策略(例如通过联想记忆)或基于心理意象的策略(例如通过在脑海中形成图像)(Morrison et al., 2016)。此外,将字母或数字的短时记忆任务视为简单言语加工任务,而将字词(汉字、单词)短时记忆视为复杂言语加工任务,这一区分具有理论基础和实证证据。经典的工作记忆模型(Baddeley & Hitch, 1974)指出,字母或数字的序列记忆主要依赖语音回路进行存储和复述,无需语义参与,其神经机制涉及左侧颞下回和左侧缘上回(Paulesu et al., 1993),且记忆错误多表现为语音混淆(Conrad & Hull, 1964)。相比之下,字词记忆会自动激活语义网络,引发概念关联(Collins & Loftus, 1975),并显著激活左前颞叶、角回等语义处理脑区(Binder et al., 2009)。此外,有研究发现表意文字(如汉字)的记忆还涉及额外的视觉-语义整合(Tan et al., 2005),进一步证明了字词(汉字)加工的复杂性。言语理解任务主要涉及对视觉呈现的言语材料的语义理解任务,包括但不限于句子、段篇的阅读理解、句子的语义合理性判断等,具体任务分类见网络版附录附表1。又由于无关言语对复杂言语加工任务的影响是多层面的,既可影响较低加工层面的声学语音学分析过程,也可影响较高加工层面的语义整合过程

(Lecumberri et al., 2010), 因此, 本研究将“任务语言单位”分为字词、句子及段篇三个组纳入潜在的调节变量进行探索。

### (2)任务言语所属的文字系统

先前的无关言语效应研究多集中于对拼音文字(以英语为代表)的认知加工, 所得结论推广性有限。拼音文字的语音在语义通达中具有十分重要的作用, 而汉语作为没有明显的形-音对应规则的表意文字(吴三美等, 2021), 其加工过程中是否依然存在无关言语效应, 近几年才引起关注。慕德芳等人(2013)操纵法语(无意义言语)呈现的时间位置和汉字呈现系列位置, 探讨无关言语对汉语母语者汉字记忆的影响, 发现无论在哪个(时间)位置呈现无关言语, 回忆效果均不如安静条件, 说明无关言语效应亦存在于表意文字的加工中。随后, 何立媛等人(2015)利用眼动追踪技术发现与安静和白噪音条件相比, 无关言语(中文对话)背景下汉语母语者中文篇章的阅读过程受到更大的干扰, 说明中文阅读中无关言语效应的存在。俞锦旺等人(2020)通过中文词汇加工任务, 同样发现中文复杂言语加工中存在无关言语效应。鉴于表意文字加工中的无关言语效应受到关注较晚, 且未有整合性研究, 本研究将任务言语所属的文字系统纳入潜在的调节变量。

#### 2.1.3 受试特征

目前, 相关研究关注的个体差异主要包括受试年龄群体、工作记忆容量与语言水平(如阅读水平等)。

关于年龄, 绝大多数研究中的受试为成年人, 主要是大学生(吴三美等, 2021; 闫国利, 孟珠, 2018; Beaman et al., 2014; Kattner, 2025; MacDermid et al., 2023), 相关理论也以该群体为基础而提出。相较之下, 针对儿童(张苏媛, 2022; Guerra et al., 2021)和老年人(Bell et al., 2008; Murphy et al., 2018)的研究较少, 因此, 不同年龄群体之间的对比研究更显珍贵。一些研究显示复杂言语加工中的无关言语效应不受年龄影响, 如成年人与老年人之间(何立媛等, 2021; Murphy et al., 2018), 儿童与成年人之间(Leist et al., 2022; Schwarz et al., 2015), 但 Leist 等人(2023)发现无关言语对儿童的影响大于成年人。此外, Meinhardt - Injac 等人(2015)对儿童群体进行细分, 对比年幼儿童(8~9岁)与年长儿童(12~13岁)在涉

及语义加工的词汇分类任务中的表现, 发现前者比后者更易受无关言语的干扰, 年幼儿童注意力控制的不成熟可能是导致这一差异的关键因素。以上研究显示, 年龄群体是否影响无关言语效应尚存争议, 或许存在调节作用。因此, 本研究将其纳入潜在的调节变量。

工作记忆容量低的人比容量高的人更容易分心(Kane et al., 2001), 因此更有可能受到无关言语的干扰。但大多数研究将工作记忆作为控制变量, 仅有极少量研究直接考察工作记忆与无关言语效应之间的关系, 且受试群体的年龄段很有限。张苏媛(2022)发现阅读中儿童的工作记忆与无关言语效应呈显著的负相关, 且工作记忆容量高低可反映抑制能力的差异。Guerra 等人(2021)通过听觉 Stroop 任务评估儿童的干扰控制(interference control)能力, 发现干扰控制能力较低的儿童在完成阅读理解任务的过程中更易受到背景言语可懂度(intelligibility)的影响, 且阅读水平(reading proficiency)更高的儿童在无关背景言语条件下阅读速度更快。张苏媛(2022)发现儿童的阅读能力与无关言语效应的大小无关。由此可见, 该方面的相关研究数量很少, 且受试仅限于儿童群体, 因此本研究未将其纳入调节变量。

综上所述, 本研究纳入分析的调节变量包括: 1)受试特征(年龄群体); 2)无关言语特征(无关言语的可理解性、响度; 有意义言语的文本体裁、可预测性、语言单位; 无意义言语的类型); 3)复杂言语加工任务特征(任务类型、任务语言单位、任务言语所属的文字系统)。

#### 2.2 复杂言语加工任务中无关言语效应的干扰来源与作用路径

关于无关言语效应的研究迄今已40余年, 研究者们从不同角度提出了各种理论以解释该效应的发生机制, 如前文提及的基于工作记忆模型的发音相似干扰假说(干扰源自无关言语与识记材料在发音上的相似性)(Salamé & Baddeley, 1982)、对发音相似干扰假说加以扩展的特征模型(干扰源自无关言语与记忆材料在语音、语义或视觉等特征上的相似性)(Neath, 2000)、基于客体情节记忆模型的状态变化假说(干扰源自无关言语与识记材料复述之间的冲突)(Jones et al., 1992)以及注意捕获理论(干扰源自背景声音通过朝向反应对注意资源的转移)(Cowan, 1995)等。

由于上述理论皆基于简单言语加工任务而提出,记忆对象为简单的字母或数字,而本研究探讨的言语加工任务是一种更为复杂的认知任务,与简单短时记忆任务所调用的认知资源差别较大,所侧重的心理加工过程不同,受试可能采取的应对策略也不同,因此上述理论能否解释复杂言语加工任务仍有待验证(吴三美等, 2021)。且已有研究发现,无关言语对侧重语义加工的阅读任务的影响表现出不同于系列回忆任务的特点(Oswald et al., 2000),说明上述理论的适用性可能有限。

本研究将量化探讨复杂言语加工任务中无关言语效应的干扰来源及作用路径,在此有必要先将这两个概念加以区分。“干扰来源”主要关注“无关言语的何种成分引起干扰”这一问题,即究竟是无关言语中的语音成分还是语义成分对个体的认知活动带来了干扰。由此学界产生的两大理论之争为语音干扰假说和语义干扰假说之争(Hughes, 2014)。前者认为无关言语效应的产生是由于言语的语音属性(Salamé & Baddeley, 1982, 1989),即有意义言语与无意义言语均可产生无关言语效应,该理论得到了一些证据的支持(张苏媛, 2022; Marsh et al., 2014; Murphy et al., 2018),而语义干扰假说认为无关言语的干扰作用源于言语的语义属性(Martin et al., 1988),即有意义言语才能干扰认知过程。目前,多数实证研究支持语义干扰假说(吴三美等, 2021: 实验2和3; 闫国利, 孟珠, 2018; 俞锦旺等, 2020; 张苏媛等, 2021; Marsh et al., 2014: Experiment 1 & 3; Vasilev et al., 2019: Experiment 1 & 2; Zang et al., 2024)。

“作用路径”则是对“干扰来源”的进一步讨论,即若发现是语义(语音)属性产生了干扰(二者皆可能产生干扰),那究竟是由于言语干扰音与言语加工任务在语义(语音)“内容”上的相似性还是加工“过程”上的冲突最终导致了干扰的发生?例如,若用于干扰音的无关言语材料与受试阅读的篇章属于同一篇童话故事的不同部分(Bell et al., 2008),干扰就可能源于两者的“语义内容相关”;若个体同时要可对理解的无关言语进行自动语义加工,又要完成同样侧重语义加工的阅读理解任务(闫国利, 孟珠, 2018),干扰就可能源于两者的“加工过程冲突”。学界由此产生了内容干扰假说与过程干扰假说之争,前者认为干扰源于无关言语材料

与任务言语材料在语音、语义等内容特征上的相似,且主张只有言语才会干扰当下的认知活动(孟珠, 闫国利, 2018)。而Marsh等人(2009)提出的过程干扰假说认为,言语本身并不能决定干扰的产生,干扰的产生是由于对无关言语的加工和对当下任务的加工占用相同的认知过程,因而产生了冲突。为验证内容干扰假说,相关研究通过操纵无关言语材料与当下任务材料在内容上的相似性,考察干扰程度是否随两种材料内容相似程度的增加而增加(Hyönä & Eklholm, 2016: Experiment 2);而在验证过程干扰假说时,研究者们通常在保持无关言语与任务言语内容相似的前提下,通过比较无关言语对不同认知任务类型的影响以探究加工过程的作用(闫国利, 孟珠, 2018)。然而,内容干扰假说无法解释为何在简单言语加工任务中,研究结果普遍支持无关言语的语义成分不影响无关言语效应的发生,但在阅读(Martin et al., 1988)或写作(Sörqvist et al., 2012)等复杂言语加工任务中,无关言语的语义成分干扰认知效果。相反,过程干扰假说认为无关言语效应的发生由背景言语的成分特征与认知任务的特征共同决定,可以解释上述研究结果不一的情况。尽管现有实证研究多支持过程干扰假说(孟珠, 2020; 闫国利, 孟珠, 2018; Hyönä & Eklholm, 2016: Experiment 2, 3 & 4; Marsh et al., 2014),但涉及的认知任务类型较少,需要研究更多类型的任务进一步对该假说加以验证。

针对“干扰来源”,前人对语音干扰与语义干扰假说的探索较为直观,可通过控制背景音的属性,相比较从而明确各自的支持情况。然而针对“作用路径”,多数研究采取直接验证过程干扰假说的方式(闫国利, 孟珠, 2018; Marsh et al., 2009: Experiment 3 & 4)。在本次元分析所设定的标准下所纳入的文献中,少有研究探索内容干扰假说的支持情况。综上所述,本研究量化语音干扰假说、语义干扰假说及目前得到多数研究支持的过程干扰假说的支持力度,以期探明复杂言语加工任务中无关言语效应的潜在机制。

### 3 研究方法

#### 3.1 文献检索与筛选

本研究的检索方式如下:在英文数据库 Web of Science、PubMed、ProQuest、EBSCO (包含

ERIC)、谷歌学术搜索引擎中,使用关键词组合(irrelevant speech OR irrelevant sound OR background sound OR noise OR auditory distraction) AND (language comprehension OR vocabulary OR word OR reading OR writing OR oral production) AND (learning OR acquisition OR process\* OR memory)进行检索;在中文数据库知网、维普、万方、读秀以及百度学术搜索引擎中,使用关键词组合(无关言语 OR 无关声音 OR 背景音 OR 噪音 OR 听觉干扰) AND (言语理解 OR 字词 OR 阅读 OR 写作 OR 口语) AND (学习 OR 习得 OR 加工 OR 记忆)进行检索。为避免遗漏,还将与“无关言语”最直接的检索词(英文: irrelevant speech, irrelevant sound, background sound, noise, auditory distraction; 中文: 无关言语, 无关声音, 背景音, 噪声/音, 听觉干扰)进行了单独检索,并对已有研究和综述的参考文献进行人工搜索。检索起止日期为 2013 年 1 月至 2024 年 8 月,共获取文献 646 篇。

### 3.2 文献纳入与排除标准

遵照以下原则对文献进行筛选: 1) 必须是 SSCI、CSSCI、核心期刊中的文献或博士论文; 2) 须为实证研究,且研究必须含有实验组(无关言

语)和对照组(控制噪声、安静等); 3) 任务须为视觉复杂言语加工任务; 4) 研究须涉及无关言语效应及复杂言语加工表现; 5) 无关言语背景音须为“言语”声音语音流; 6) 研究对象须心智及听力正常,排除对病患及动物(如小鼠)的研究; 7) 须清晰汇报能够计算效应量的统计数据; 8) 须为中、英文文献; 9) 不能是前后测对比研究。本研究排除报告组内前测和后测对比结果的研究,如张苏媛(2022)的子研究 5 与 Ross (2021), 因为前后测设计不可控因素较多,施测者无法保证前后测间隔的时间内受试是否受到其他干扰因素的影响。经过上述筛选,最终纳入本研究的有效文献为 30 篇,其中中文文献 10 篇,英文文献 20 篇,期刊论文 28 篇,博士论文 2 篇。文献纳入和排除过程见图 1。

### 3.3 文献编码与质量评估

本文依据以下特征对纳入的文献进行编码: 1) 出版信息(作者与发表年份); 2) 受试特征(年龄群体); 3) 无关言语特征(可理解性、响度、文本体裁、可预测性、语言单位、无意义言语类型); 4) 复杂言语加工任务特征(任务类型、任务语言单位、任务言语所属的文字系统); 5) 支持的理论假说; 6) 统计数据(样本量、效应量)。编码时遵循以下原则: 效应量的提取以独立样本为单位,

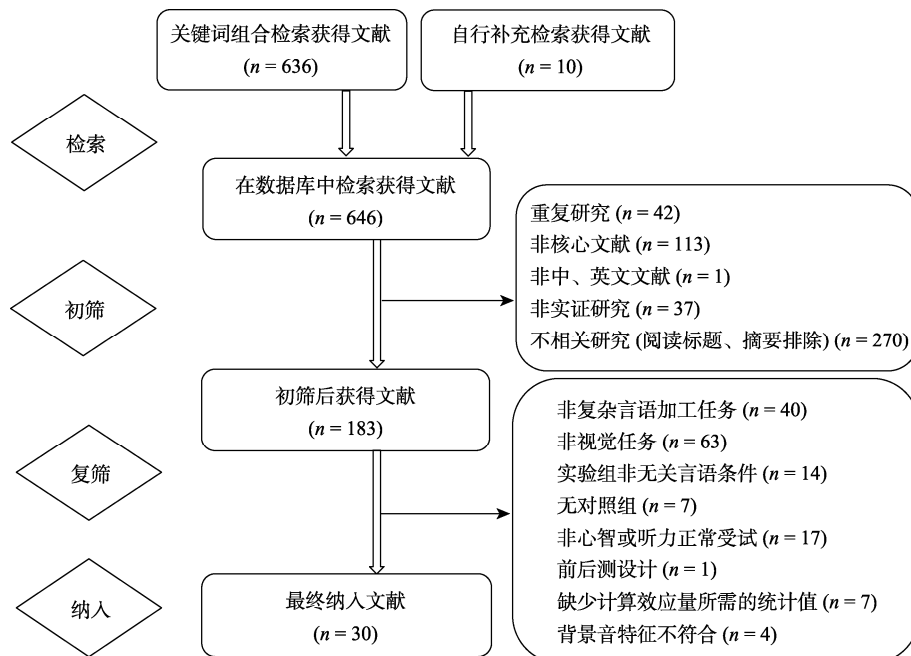


图 1 文献纳入和排除过程

每个独立样本编码一次,若同一文献中存在多个独立样本,则各组独立编码。两位编码员分别对每个文献的10个潜在调节变量的各水平进行编码。Kappa一致性检验结果显示编码信度较好(Kappa = 0.98,  $p < 0.001$ )。本研究参照陈丽君等人(2023)的质量评估标准计算文献质量,每条文献的得分介于1~4之间。编码表见网络版附录附表1。

### 3.4 统计分析

#### 3.4.1 效应值计算

本研究采用CMA 3.0软件进行元分析。由于Cohen's  $d$ 在小样本研究中的估值偏差较大(郑昊敏等, 2011),本研究通过各文献的均值、标准差和样本量(少数依据样本量和 $p$ 值或 $t$ 值)计算出标准化均值差Hedges'  $g$ 作为效应值(Vollestad et al., 2012),小、中、大效应值分别为0.20、0.50、0.80(Cohen, 1969)。这些值是效应量大小的典型代表值,而不是上限值,作为评估效应量大小的参考标准。Hedges'  $g$ 为正值时,表示实验组在无关言语条件下完成复杂言语加工任务受到的干扰大于对照组。若某文献报告了同一因变量的多个衡量指标(如眼动的各个精细指标),则采取不同的方法计算数据,即对非同质的实验数据(如数值差异极大的反应时与正确率数据),仅取反应时;对同质性的实验数据(如同为反应时但分属无须探索的亚组的数据),优先合并均值与标准差,再进行效应量计算(www.StatsToDo.com/MakeTable.php)。科学的研究方法对无关言语效应量的准确计算提供了方法论保障。

#### 3.4.2 模型选用

本研究采用 $Q$ 值和 $I^2$ 值对原始数据进行异质性检验。表1为117个原始效应量的合并效应值,样本异质性检验结果显示, $Q = 6491.11$ ,  $p < 0.001$ ,  $I^2 = 98.21\%$ ,说明样本间存在较大的异质性,故应选用随机效应模型进行分析。

#### 3.4.3 调节变量分析

为探究异质性产生的来源,对分类变量(年龄

群体;无关言语可理解性、响度、文本体裁、可预测性、语言单位、无意义言语类型;任务类型、任务语言单位、任务言语涉及的文字系统)进行亚组分析,对连续变量(样本量)进行元回归分析。此外,本研究还探索无关言语特征变量分别与受试特征变量和任务特征变量之间的交互作用。

#### 3.4.4 假说效应值合并

如前所述,语音干扰假说与语义干扰假说旨在回答何种言语成分导致了无关言语效应的发生这一问题。对这两个假说的效应量采用的纳入逻辑是:若某文献明确说明支持语音成分干扰假说,则将其包含的“无意义言语-控制噪声”对照组的独立效应量合并为语音干扰假说效应量;而对明确说明支持语义成分干扰的文献,则将其包含的“有意义言语-控制噪声”对照组的独立效应量合并为语义干扰假说效应量。此外,内容干扰假说与过程干扰假说是揭示无关言语效应作用路径的两种假说,但由于本次元分析纳入的文献多设计侧重不同言语成分加工的任务直接验证过程干扰假说,少有研究直接探索内容干扰假说,因此本研究将仅合并支持过程干扰假说的效应量,以探其支持力大小。

#### 3.4.5 发表偏倚检验

本研究先使用漏斗图检验发表偏倚。CMA 3.0软件生成的漏斗图(见图2)显示,效应值集中在图形上方(越向上集中代表样本量越大,结果越准确),且较为均匀地分布于总效应的两侧,说明出现发表偏倚的可能性较低。

为了克服视觉不对称性评估的主观性,我们使用失安全系数法(fail-safe Number, Nfs)及Begg和Mazumdar秩相关法(Begg and Mazumdar Rank Correlation Test)对发表偏倚进行进一步检验。失安全系数法发现Nfs = 109009,远大于“ $5k + 10$ ”(k为独立效应量),表明元分析的结果稳定。Begg和Mazumdar秩相关法通过标准化效应值与效应值方差(或者标准误)之间的秩相关(Kendall's  $\tau$ )

表1 原始数据的异质性检验

模型	独立效应值数量	合并效应值	95%置信区间		渐进		异质性检验			
			上限	下限	Z	p	Q	df	p	I <sup>2</sup> (%)
固定效应	117	0.12	0.12	0.13	183.47	0.000	6491.11	116	0.000	98.21
随机效应	117	0.25	0.22	0.27	20.17	0.000				

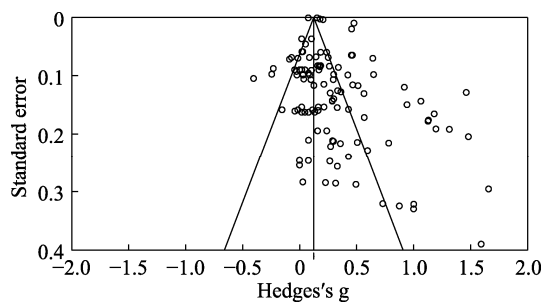


图2 漏斗图

来判断发表偏差的严重程度,其判断标准为 Kendall's  $\tau$  越接近零,说明发表偏差越不严重;越不接近零,即  $p < 0.05$ ,说明发表偏差问题越严重(Begg & Mazumdar, 1994)。Begg 和 Mazumdar 秩相关法结果显示, Kendall's  $\tau = 0.12$ ,  $p = 0.056 > 0.05$ ,表明研究结果受到来自发表偏倚影响的可能性很小。

## 4 结果

### 4.1 无关言语效应大小的总体评估

本研究共获得有效文献 30 篇,纳入 117 个原始独立效应量。在随机效应模型中,无关言语效应的总体效应量为 0.25, Q 值达到显著水平( $Q = 6491.11$ ,  $p < 0.001$ ,  $I^2 = 98.21\%$ ),表明效应量估计值具有较高的异质性。敏感性分析显示,排除任意一个样本后的 Hedges'  $g$  值在 0.23~0.27 之间浮动,表明元分析结果稳健。为进一步排除可能影响元分析结果的异常值,本研究把效应值转换为 Z 值,将与平均值的偏差超过 3 个标准差的数据作为异常值加以剔除,最终剔除 4 个异常值,获得 113 个独立效应量,计算得到  $g$  值为 0.23 (95% CI [0.21, 0.25],  $p < 0.001$ ),表明无关言语总体上对复杂言语加工任务的表现具有显著的干扰作用,但效应量较小。

### 4.2 假说的效应量

对两种无关言语效应发生机制的元分析结果显示,语音干扰假说的效应量( $g = 0.15$ ,  $k = 6$ ,  $p < 0.001$ )为小效应量,而语义干扰假说的效应量( $g = 0.39$ ,  $k = 29$ ,  $p < 0.001$ )更接近中等效应量的典型值。支持过程干扰的总效应量为  $g = 0.38$  ( $k = 37$ ,  $p < 0.001$ ),过程干扰假说得到中等效应量的数据支持。

### 4.3 亚组、元回归与交互作用分析

为检验不同研究中无关言语效应大小差异的

可能来源,本研究对分类变量进行亚组分析,对连续变量进行元回归分析,对调节变量进行交互作用分析。

#### 4.3.1 亚组分析

如表 2 所示,从受试特征上看,年龄群体亚组的分析结果显著,儿童、成年人与老年人的效应量呈递减趋势( $g: 0.58 > 0.30 > 0.01$ )。从无关言语特征上看,无关言语的可理解性对复杂言语加工任务的干扰效果显著( $p < 0.001$ );无关言语的响度组间差异显著,高响度的效应量显著大于低响度( $g: 0.29 > 0.14$ ,  $p = 0.002$ );有意义言语文本体的组间差异不显著( $p = 0.606$ ),可预测性的组间差异显著( $p = 0.046$ );无关言语的语言单位( $p = 0.454$ )的影响不显著;无意义言语类型的组间差异显著( $p < 0.001$ ),具体表现在语音结构规则的无意义言语( $g = 0.77$ )接近大效应量。从复杂言语加工任务的特征上看,任务类型( $p = 0.004$ )组间差异显著,任务语言单位( $p = 0.062$ )及任务言语所属的文字系统组间差异不显著( $p = 0.391$ )。

#### 4.3.2 元回归分析

在对样本量这一连续型变量进行元回归分析时,使用 Knapp-Hartung 这一适用于小样本数据的稳健方法估计置信区间,随机效应模型结果显示样本量并未显著影响无关言语效应的大小(95% CI [-0.0009, 0.0009],  $p = 0.974$ )。

#### 4.3.3 交互作用分析

由于无关言语的可理解性这一亚组内部呈现出显著的组间差异,即有意义言语的效应量显著大于无意义言语,说明语义很可能在干扰中发挥重要作用;而复杂言语加工任务有侧重语义加工的也有不侧重语义加工的,因此有必要探讨涉及“语义成分有无”的“无关言语可理解性”这一变量与其他潜在调节变量的交互作用。

首先,本研究探讨无关言语可理解性与受试特征(年龄群体)的交互作用(见表 3),发现二者的交互作用显著( $p = 0.004$ ),有意义的无关言语对儿童的干扰( $g = 1.01$ )呈大效应量,显著大于无意义的无关言语( $g = 0.25$ )的干扰( $p < 0.001$ )。同样地,有意义的无关言语对成年人的干扰( $g = 0.38$ )更接近中等效应,显著大于无意义的无关言语( $g = 0.17$ )的干扰( $p = 0.001$ )。然而,在老年人群体中,无关言语的可理解性未表现出显著差异( $p = 0.888$ )。

表 2 潜在调节变量的亚组分析

影响因素	分组	<i>k</i>	<i>g</i>	SE	<i>p</i>	95%置信区间		组间效应			
						下限	上限	Q	<i>p</i>		
受试特征											
年龄群体	儿童	5	0.58	0.22	0.007	0.16	1.00	18.12	0.000		
	成年人	89	0.30	0.03	0.000	0.23	0.36				
	老年人	2	0.01	0.06	0.863	-0.11	0.14				
无关言语特征											
可理解性	有意义言语	66	0.38	0.03	0.000	0.32	0.44	57.35	0.000		
	无意义言语	47	0.12	0.02	0.000	0.09	0.15				
响度	高(> = 65dB)	39	0.29	0.02	0.000	0.25	0.33	10.01	0.002		
	低(< 65dB)	27	0.14	0.04	0.001	0.05	0.22				
文本体裁	叙事类	23	0.42	0.05	0.000	0.33	0.51	0.27	0.606		
	信息类	14	0.47	0.09	0.000	0.29	0.65				
可预测性	半对话	2	0.57	0.12	0.000	0.33	0.81	6.14	0.046		
	独白	29	0.46	0.05	0.000	0.37	0.55				
	正常对话	5	0.31	0.06	0.000	0.20	0.42				
语言单位	字词层面	6	0.28	0.08	0.001	0.12	0.44	1.58	0.454		
	句子层面	5	0.41	0.16	0.009	0.10	0.72				
	段篇层面	45	0.39	0.04	0.000	0.32	0.46				
	-词表	6	0.28	0.08	0.001	0.12	0.44			1.54	0.214
	-非词表	50	0.39	0.03	0.000	0.32	0.46				
无意义言语类型	外语	31	0.13	0.02	0.000	0.09	0.16	26.95	0.000		
	倒序言语	2	0.13	0.20	0.524	-0.27	0.52				
	频谱背景言语	7	-0.10	0.05	0.074	-0.20	0.01				
	语音结构规则言语	4	0.77	0.21	0.000	0.37	1.17				
	语音片段重组噪声	3	0.02	0.09	0.860	-0.17	0.20				
复杂言语加工任务特征											
任务类型	言语识别	19	0.22	0.08	0.005	0.07	0.37	11.16	0.004		
	言语记忆	14	0.63	0.12	0.000	0.39	0.87				
	言语理解	78	0.22	0.01	0.000	0.19	0.24				
任务语言单位	字词层面	32	0.38	0.07	0.000	0.25	0.51	5.56	0.062		
	句子层面	56	0.22	0.02	0.000	0.19	0.25				
	段篇层面	21	0.21	0.04	0.000	0.12	0.30				
任务言语所属文字系统	表音	46	0.23	0.03	0.000	0.17	0.29	0.74	0.391		
	表意	67	0.26	0.02	0.000	0.23	0.29				

表 3 无关言语可理解性与受试特征的交互作用

受试年龄群体	无关言语可理解性	效应量	SE	95%置信区间		<i>p</i>
				下限	上限	
儿童	有意义言语	1.01	0.10	0.80	1.21	0.000
	无意义言语	0.25	0.13	-0.01	0.50	
成年人	有意义言语	0.38	0.04	0.31	0.46	0.001
	无意义言语	0.17	0.05	0.06	0.27	
老年人	有意义言语	0.02	0.09	-0.16	0.20	0.888
	无意义言语	0.00	0.09	-0.17	0.18	

其次,本研究分析了无关言语可理解性与任务特征的交互作用(见表4),发现其与任务类型的交互作用显著( $p < 0.001$ ),具体表现为在侧重语义加工的言语理解任务中,有意义与无意义无关言语的干扰作用存在显著差异( $p < 0.001$ ),有意义无关言语的干扰更大( $g = 0.39$ )。无关言语可理解性与任务语言单位存在显著的交互作用( $p < 0.001$ ),当任务加工以句子为单位时,有意义无关言语的干扰( $g = 0.43, p < 0.001$ )显著大于无意义无关言语的干扰( $g = 0.08$ );当任务加工以段篇为单位时,有意义无关言语的干扰( $g = 0.28, p = 0.001$ )显著大于无意义无关言语的干扰( $g = 0.05$ )。无关言语可理解性与任务言

语涉及的文字系统之间的交互作用显著( $p < 0.001$ ),当任务言语属于表意文字时,相比无意义无关言语( $g = 0.14$ ),有意义无关言语会产生中度( $g = 0.46$ )的干扰( $p < 0.001$ );表音文字系统中,有意义与无意义言语同样存在显著差异, ( $p = 0.05$ ),但从效应量上看,其差异小于表意文字系统中的差异。

此外,表5显示言语记忆任务的效应量较大,这是否与有些任务强调“顺序识记”有关,前人研究对此也存在争议。本研究进一步将言语记忆任务所对应的效应量分为“系列回忆”和“自由回忆”两组,对合并后的效应量加以比较(见表5),发现二者不存在显著差异( $p = 0.401$ )。

表4 无关言语可理解性与任务特征的交互作用

任务特征	无关言语可理解性	效应量	se	95%置信区间		p
				下限	上限	
任务类型						
言语理解	有意义言语	0.39	0.04	0.32	0.45	0.000
	无意义言语	0.08	0.02	0.05	0.12	
言语记忆	有意义言语	0.59	0.08	0.43	0.74	0.998
	无意义言语	0.59	0.22	0.16	1.02	
言语识别	有意义言语	0.31	0.09	0.13	0.48	0.203
	无意义言语	0.12	0.12	-0.12	0.35	
任务语言单位						
字词	有意义言语	0.37	0.06	0.25	0.50	0.722
	无意义言语	0.33	0.11	0.10	0.55	
句子	有意义言语	0.43	0.04	0.35	0.51	0.000
	无意义言语	0.08	0.02	0.04	0.12	
段篇	有意义言语	0.28	0.06	0.16	0.40	0.001
	无意义言语	0.05	0.03	-0.01	0.12	
任务言语所属的文字系统						
表意文字	有意义言语	0.46	0.04	0.38	0.54	0.000
	无意义言语	0.14	0.02	0.10	0.17	
表音文字	有意义言语	0.29	0.04	0.21	0.36	0.050
	无意义言语	0.06	0.04	-0.02	0.15	

表5 两种言语记忆任务对比

言语记忆的类型	k	效应量	SE	95%置信区间		p
				下限	上限	
系列回忆	2	0.51	0.10	0.31	0.71	0.401
自由回忆	5	0.65	0.14	0.38	0.92	

## 5 讨论

本研究通过元分析的方法探索无关言语与复杂言语加工任务的关系及无关言语效应的干扰来源和作用路径,并验证潜在的调节变量。先前少有研究对此进行元分析探索,因此本研究具有一定的整合价值。总体而言,本研究发现无关言语对复杂言语加工任务存在干扰作用,整体干扰效应量为小效应量。而且,这一较小的总效应量极有可能是由差距较大的有意义言语与无意义言语的效应量的合并,以及其他调节变量的影响造成的。语义干扰假说的总效应量大于语音干扰假说。亚组分析显示受试年龄群体、无关言语可理解性、响度、可预测性、无意义言语类型及任务类型的组间差异显著。交互作用分析显示无关言语可理解性与年龄群体、任务类型、任务语言单位及任务言语所属的文字系统皆存在显著的交互作用。

### 5.1 无关言语对复杂言语加工任务的干扰大小及干扰来源、作用路径

本研究的元分析结果证实了无关言语效应在复杂言语加工任务中的存在,即与安静或控制噪声相比,无关言语能够显著干扰任务表现,该结果与先前大量实证研究的结果一致(Cauchard et al., 2012; Shi, 2009; Oswald et al., 2000)。

学界通过设计安静及其他控制噪声等声音条件为对照组,以探索何种言语成分导致无关言语效应。本研究发现,语义干扰假说的效应量显著大于语音干扰假说。进一步分析后发现,支持语义干扰假说的任务多是侧重语义加工的“言语理解”任务,且任务言语多属于表意文字系统(该系统中,每个文字符号直接代表一个完整的概念,不依赖发音)。这一情况有力支持了过程干扰假说(Marsh et al., 2009),即由于对无关言语的加工和对当前任务的加工同为语义加工,两者的认知过程相同,故而产生冲突,从而造成无关言语效应。过程干扰假说也得到了显著的中等效应量的支持。与此同时,支持语音干扰假说的研究多为不侧重语义加工的记忆与识别任务,任务言语也多为依赖语音加工的表音文字,表明无关言语效应是由于对无关言语的语音加工和对任务言语的语音加工产生的冲突造成的(孟珠, 2020: 实验3、4和5)。以上发现也进一步说明,语音干扰假说和语义干扰假说不是非此即彼的关系,语音成分和

语义成分在不同特征的无关言语和任务要求下造成的干扰效应量可能不同。

### 5.2 受试特征对无关言语效应的调节作用

本研究发现年龄群体的调节作用显著,无关言语对儿童复杂言语加工任务表现的影响最大,其次是成年人,对老年人的干扰最小,整体呈递减趋势。目前,尚未有实证研究同时比较这三个群体,而是将儿童与成年人(Leist et al., 2022: Experiment 2; Schwarz et al., 2015)或成年人与老年人(何立媛等, 2021; Murphy et al., 2018)进行比较,多数研究发现干扰效应不存在显著差异。本研究进一步比较儿童与成年人两个群体的效应量,与前人研究一致,未发现显著差异( $p = 0.192$ ),但成年人与老年人在复杂言语加工任务中的表现存在显著差异( $p < 0.001$ )。

然而, Murphy 等人(2018)与何立媛等人(2021)发现无关言语对成年人与老年人的干扰不存在显著差异,这与抑制控制缺陷假说(inhibitory deficit hypothesis) (Hasher & Zacks, 1988)所主张的“老年人比年轻人更难抑制无关言语的干扰”相左,与本研究发现的两类群体表现存在显著差异这一结果也不一致。Murphy 等人(2018)与何立媛等人(2021)未发现其调节作用可能是其研究受到其它因素的影响,有以下几个因素可供考虑。因素1:干扰信息与目标信息的模态差异。如上文所述,抑制缺陷假说认为老年人比年轻人更难抑制无关言语的干扰。而上述两个研究的发现与抑制缺陷假说相悖,提示抑制缺陷的显现或许依赖一定的前提条件,如 Guerreiro 等人(2010)提出的模态竞争,即当目标信息(to-be-attended material)与干扰信息(to-be-ignored material)属于同一模态(如均来自听觉通道),老年人更可能表现出抑制缺陷;若目标与干扰信息分属不同模态(如目标信息来自视觉通道,干扰信息来自听觉通道),年龄带来的差异会减小甚至消失。Murphy 等人(2018)与何立媛等人(2021)这两个研究中的干扰信息与目标信息分属不同模态,因此年龄带来的抑制缺陷未能显现。因素2:干扰信息的语义可懂度。Bell 等人(2008)发现,老年人在语义相关背景言语条件下受到比年轻人更大的干扰,而在语义无关背景言语条件下两组无显著差异,这表明老年人在抑制无关信息方面的能力下降主要体现在语义层面,而非单纯的听觉注意层面。何立媛等人(2021)提到

老年被试的听力显著低于青年被试,我们认为年龄增长造成的听力损失(hearing loss)可能导致背景音对老年人而言可听性降低(reduced audibility),从而影响老年人对背景音的可懂度,继而减少其所受背景言语语义的干扰程度,因而带来相比年轻人持平甚至更优的认知任务表现。因素 3: 个体因素。老年人能够通过神经代偿(通过双侧前额叶激活—HAROLD 模型—代偿性增强注意控制(Cabeza, 2002)等方式来弥补抑制缺陷,追赶成年人在无关言语下的认知表现。

需要注意的是,尽管本研究发现成年人与老年人表现差异显著,但与抑制控制缺陷假设支持的“老年人比年轻人更难抑制无关言语的干扰”相反,本研究发现老年人受到无关言语的干扰显著小于成年人。尽管上述 3 个因素同样可以解释老年人为什么比成年人受到更小的干扰,但这一结果仍需谨慎看待。这是由于在元分析各种条件的框定下,所得老年人可用数据较少,导致计算出的老年人效应量数据代表性较差。未来研究可纳入更多老年人数据来观察年龄的调节作用。

此外,少量研究进一步把儿童群体区分为年幼儿童与年长儿童,发现前者比后者更易受无关言语的干扰,尤其是在涉及言语记忆任务时(Meinhardt - Injac et al., 2015)。但因为独立效应量太少,本研究无法将其纳入进行比较,未来研究可进一步探索、比较广义年龄群体内部的年龄段差异。另外,发展性研究十分缺乏,尤其是探讨儿童到成年人的发展性研究。最后,很少有研究比较老年人与儿童的受干扰程度,老年人认知能力衰退,儿童群体认知能力未发育完全,两个群体的大脑成熟度和神经可塑性不同,可利用电生理学技术(如 EEG)等探索无关言语效应的干扰来源与作用路径。

### 5.3 无关言语特征对无关言语效应的调节作用

本研究发现无关言语可理解性、响度及可预测性的调节作用显著,文本体裁和语言单位调节作用不显著。无意义言语类型的调节作用显著。

#### 5.3.1 无关言语可理解性的调节作用

本研究发现无关言语可理解性显著调节无关言语与复杂言语加工任务表现的关系,具体表现为有意义言语的干扰显著大于无意义言语,说明背景音的语义成分在复杂言语加工任务中的关键作用。这与大多数支持语义干扰假说的研究结果

一致,即背景言语对认知任务的干扰主要归因于言语的语义成分(Bell et al., 2008; Marsh et al., 2008; Martin et al., 1988: Experiment 4 & 5; Neely & LeCompte, 1999),在复杂言语加工任务中也是如此。

而根据语音干扰假说,无关的言语自动进入到工作记忆中语音环(phonological loop)的语音存储装置(Salamé & Baddeley, 1982),与视觉输入的信息发生混淆,从而产生无关言语效应。因此,只要是言语,无论是否具有语义都可进入语音存储装置从而干扰认知任务(俞锦旺等, 2020)。本研究发现无意义言语虽然作用较小,但同样可产生显著的干扰作用,说明言语的语音成分也能带来干扰。这与部分支持语音干扰假说的研究相一致,同时也说明言语的语义成分不是无关言语效应产生的充分必要条件(Boyle & Coltheart, 1996; Ljung et al., 2009; Martin et al., 1988)。

需要注意的是,本研究关注的是视觉复杂言语加工任务,无关言语在其他类型的任务(如听力理解、数字运算等)中是否存在相似的干扰作用还有待研究。由于本研究的无关言语(作为有意义言语时)与复杂言语加工任务都涉及“言语”加工,二者皆为母语时,在语音和语义上不可避免地存在相似性,且个体对语音和语义成分的加工可能同时被自动激活,所以本研究并不能为内容干扰与过程干扰的区分提供数据支持,需要更精细地设计对照组对两者进行比较探索。

本研究发现有意义言语与无意义言语对复杂言语加工任务的干扰存在显著差异,为进一步分析差异来源,本研究分别探索了这两类言语的内部特征是否对该效应有显著的调节作用。

#### (1)有意义言语的特征是否存在调节作用(文本体裁、可预测性和语言单位)

本研究探索了有意义言语的文本体裁、可预测性和语言单位是否对复杂言语加工任务中的无关言语效应具有调节作用,结果显示文本体裁调节作用不显著,可预测性调节作用显著,语言单位调节作用边缘显著。

文本体裁这一维度下,叙事类和信息类皆达到了中等效应量水平,对复杂言语加工的干扰无显著差异。这可能是由于复杂言语加工任务本身难度较高,个体可能采取更强的认知控制(如主动抑制干扰),导致背景音类型的干扰差异被掩盖,

提示任务难度可能调节无关言语效应(Halin, Marsh, Haga et al., 2014; Halin, Marsh, Hellman et al., 2014)。尽管未得出统计学上的显著差异,我们在进一步的分析中发现,叙事类言语在侧重语义加工的“言语理解”任务中表现出中等及以上效应量,而信息类言语整体对“言语识别”和“言语记忆”任务干扰更明显,提示二者的差异化干扰方向也可能是导致整体效应差距相互抵消的原因。叙事类无关言语由于涉及多个角色、多重事件,因而语境丰富,情节走向复杂(张秀芹,张倩,2017),个体基于丰富的语境信息在大脑中形成命题,激活知识网络中与之相关和无关的其它命题,进而形成一个复杂的语义网络(Kintsch, 1998)。这种网络结构通过激活更多的概念节点(Collins & Loftus, 1975),即无关言语可能会激活更多与主要任务相关的节点,(由于认知与情绪在大脑中高度整合)从而唤醒个体更多的情感(Pessoa, 2008),进而导致情绪信息与认知任务竞争注意资源(Dolcos & McCarthy, 2006),因而干扰言语理解任务。而信息类无关言语中的离散块状信息(如数字、专有名词)会自动进入语音存储或竞争语音回路(phonological loop)复述资源(Baddeley & Hitch, 1974),导致音素识别(如声母判断)和记忆任务表现下降。

可预测性这一维度下,半对话、独白与正常对话的干扰效应呈递减趋势( $g: 0.57 > 0.46 > 0.31$ ),表明无关言语的可预测度越低,干扰作用越强。简单效应分析显示,半对话与独白的干扰效应不存在显著差异( $p = 0.409$ ),二者的效应量皆更靠近中等效应量参考值。半对话与正常对话的干扰效应差异边缘显著( $p = 0.053$ ),正常对话的干扰效应达到小效应量水平。这一边缘显著很可能是有效文献与独立效应量较少导致的。本研究预测,若样本量足够,半对话类无关言语的干扰将显著大于正常对话类。这是由于在半对话背景音下,个体倾向于预测对话的另一半内容,这种“需求型倾听(need-to-listen)”驱使个体填补半对话中的信息空白,从而导致注意力从当前复杂言语加工任务转移到无关言语上,进而产生干扰(Marsh et al., 2018)。

本研究还探讨了有意义言语的语言单位是否对复杂言语加工任务中的无关言语效应存在调节作用,结果发现其不能显著调节此类任务中无关

言语效应的大小。这可能与个体对任务言语的自动化加工有关。当任务言语为母语时,个体的加工过程可能已高度自动化,不易受到无关言语的干扰。此外,即使是有意义的言语,如果与复杂言语加工任务在语义内容上(而非形式上)不存在相关性,也可能不会产生显著的干扰效应(Bell et al., 2008)。此外,本研究进一步比较了词表类与非词表类无关言语的干扰大小,结果显示二者不存在显著差异(见表2)。这一结果说明停顿等非刺激特异性变异可能不是带来干扰的主要原因,支持刺激特异性变异干扰的观点(Eimer et al., 1996)和特定注意力捕获(He et al., 2024),即尽管管理论上词表与非词表可能有不同的加工方式,但个体在实际进行复杂言语加工时,这种差异并不明显。听者可能会将词表作为连续的语言流而不是独立的语言单位来加工。还有一种可能是词表中的停顿(非刺激特异性变异)的出现所造成的干扰,抵消了非词表中更丰富的语言信息(刺激特异性变异)的干扰(He et al., 2024),使得二者在统计结果上不存在显著差异。这种可能性需要在未来的研究中设置更大的刺激特异性干扰来源,如与受试高度自我相关的声音刺激(受试的名字等)加以验证。

#### (2)无意义言语的类型是否存在调节作用

本研究发现无意义言语类型对无关言语效应的调节作用显著,首先体现在语音结构规则的无意义言语的干扰显著高于其他声音条件。针对汉语而言,语音结构规则的无意义言语指将正常言语的每个字保留其拼音的声母和声调,但替换掉韵母,生成无对应真字的拼音,如 quáng, duā 等(孟珠, 2020: 实验3)。此种声音条件下效应量较高的研究中,任务类型多为不侧重语义加工的言语识别任务(如声母一致性判断任务),即当任务侧重语音加工时,对受试而言可加工的无关言语语音成分会对认知任务造成较大的干扰,支持过程干扰假说。而 Yan 等人(2018)与闫国利和孟珠(2018)使用的语音片段重组背景言语(去除语义但保留言语的频谱特征和语音结构)的干扰效应量微乎其微,这可能是由于这些研究中的任务皆为侧重语义加工的言语理解任务,因此受试对背景音所保留的声学特征的加工未对语义加工任务产生显著干扰,同样支持了过程干扰假说。

本研究发现外语与倒序言语皆呈现出极小的效应量,这说明当选择完全不具备受试可以加工

的语义及语音成分的背景音作为无意义言语时,干扰作用与控制噪声条件相比不存在显著差异(Martin et al., 1988: Experiment 4 & 5),甚至可能对个体认知起到微弱的促进作用。如本研究发现频谱背景言语(将有意义言语去除语义、破坏语音结构信息,但保留言语的语调、节奏、声学频谱的复杂程度)的效应量为负值,表明此种背景音对复杂言语加工任务有促进作用。有研究发现特定噪声可调节大脑中与注意力相关的区域(中脑多巴胺能区域)的活动,通过优化大脑唤醒来改善注意稳定性,从而提高个体的学习表现(Rausch et al., 2014; Egeland et al., 2023),因此个体在特定噪声条件下可能表现更好。

前文提到,学界通过比较有意义言语与无意义言语、无意义言语与控制噪声以分别探究言语的语义成分和语音成分对认知任务的影响,可见无意义言语的类型对结果的判定至关重要。本研究发现无意义言语类型的语音可加工性(processability)影响干扰效应,这也解释了前人在不同无意义言语类型下得出无关言语的语音与语义成分干扰作用不一的现象,说明了无意义言语材料选取的重要性。

### 5.3.2 无关言语响度的调节作用

响度可影响个体的信息加工能力,包括注意力、记忆和言语理解,在噪声评价及心理学方面有重要的应用(毛东兴, 2009)。本研究参考 Guerra 等人(2021)和 Ross (2021)的响度级别划分标准,将 65 dB 及以上的无关言语定为“高响度”,以下的定为“低响度”。此外,考虑到“心理声学响度”,在计算响度的效应量时,将非耳机播放以及未说明播放方式的研究排除在外。发现响度对无关言语效应的调节作用显著,高响度的无关言语显著干扰个体在复杂言语加工任务中的表现。根据唤醒理论(arousal theory) (e.g., Hebb, 1955),适度的唤醒可以优化认知资源的分配,从而提高任务表现,唤醒过高或过低都会降低效率。而对认知资源要求较高的复杂认知任务的最佳唤醒水平应为低唤醒水平(Broadbent, 1971, 1978)。高响度背景声音过度提高生理唤醒(如心率加快、压力激素分泌)和心理唤醒(如焦虑、烦躁)水平,与认知任务竞争有限的认知资源(Kahneman, 1973),进而干扰个体在复杂言语加工任务中的表现。然而, Guerra 等人(2021)发现响度对阅读理解的正确率

无影响,这可能是由于个体进行了阅读策略调整,例如更频繁地回读以补偿由背景言语带来的干扰,也可能是由于阅读理解任务中存在的天花板效应。Ross (2021)将声音条件设置为安静、45 dB 及 65 dB 背景音,发现当响度为 65 dB 时,词汇的学习效果最好。这可能是由于 65dB 属于中等响度,未达到能带来干扰的临界值。

Jones (1995)指出,在 48~76 dB 范围内,噪声响度对无关言语效应不存在显著影响,但这仅针对简单言语加工任务而言。本研究发现响度对复杂言语加工任务的影响,提示今后的相关研究应严格控制无关言语的响度。

## 5.4 任务特征对无关言语效应的调节作用

### 5.4.1 任务类型的调节作用

任务类型的调节作用显著,无关言语对言语记忆任务的干扰效应显著大于言语理解和言语识别任务。无关言语效应最先发现于简单视觉短时记忆任务中(Colle & Welsh, 1976),目前解释无关言语效应的理论多基于这些简单言语加工任务。本研究发现,在所有复杂言语加工任务中,记忆任务中的无关言语效应最明显。这可能与记忆任务本身的特点以及实验设计对因变量的测量方式有关。记忆任务的干扰效应是通过无任何视觉材料依托的“即时回忆”测量的,而言语识别和言语理解任务的干扰效应是在部分视觉材料的辅助下进行测量的,且个体编码与解码之间留有一定的时间空余。因此,相较而言,记忆任务中受试的时间压力可能更大,受到的干扰可能更多。

前人研究表明,侧重顺序识记的记忆任务更易受到无关言语的影响(Colle, 1980; Jones et al., 1992),而对顺序不作要求的自由回忆任务中则不存在无关言语效应(Salamé & Baddeley, 1990; Farley et al., 2007; Perham et al., 2007)。本文将言语记忆任务所对应的效应量分为“系列回忆”和“自由回忆”两组,对合并后的效应量加以比较,发现二者不存在显著差异,与前人研究的结果不相符。这可能是由于本研究的任务聚焦于“言语”加工,系列回忆的最小单位是“词汇”,与前人探索的以数字(Hughes et al., 2013; Radun et al., 2024; Röer et al., 2015)、字母(Norris et al., 2004)为记忆单位的系列回忆任务相比,整体涉及更多语义加工。但从效应值上看,自由回忆( $g = 0.65$ )大于系列回忆( $g = 0.51$ ),说明在复杂言语加工任务中,

是否强调顺序识记不是无关言语效应能否产生的原因,而是影响其效应量大小的因素。

#### 5.4.2 任务语言单位的调节作用

任务语言单位调节作用不显著,表明复杂言语加工任务中无关言语效应的大小不受任务语言单位的显著影响。然而,从效应值上看,字词层面的复杂言语加工任务受无关言语的干扰更强。这可能是由于字词层面的任务多为言语记忆任务。如前文所述,相比其他类型的任务,言语记忆任务没有视觉言语材料的依托因而更加困难。钟毅平等(2018)发现时间压力(time stress)对记忆表现存在负向作用。在时间压力下,更依赖工作记忆和注意力资源的字词记忆与即时判断任务更易受影响。根据激活监控理论(activation/monitoring theory),当个体尝试回忆信息时,与目标相关的信息节点会被“激活”,“监控”过程负责对激活信息的评估,以确定其是否与之前学习过的信息相匹配,而时间压力降低了监控过程的有效性,使得激活过程相对占优势,从而导致错误记忆。而在句子和篇章的加工中,个体无需即时反应,且可通过回视、利用语境线索等方式来整合信息,从而识别和抑制与当前语境不相关的言语信息,进而降低受到干扰的可能。

值得一提的是,目前研究较少关注词组的加工与记忆。鉴于词组作为大于单个字词又小于句子的语言单位,且词组具有不少特征值得研究(如语义透明度等),因此无关言语对词组加工的干扰效果如何,后续研究可以深入探索。

#### 5.4.3 任务言语所属的文字系统的调节作用

任务言语所属的文字系统的调节作用不显著,无关言语干扰表音文字和表意文字任务的效应量十分接近,均靠近小效应量参考值。这一发现不仅回答了吴三美等人(2021)提出的问题,即拼音文字中探讨的无关言语效应在汉语中是怎样的存在,证实了在有形-音对应规则的表意文字中同样存在无关言语效应,还进一步得出了表音和表意文字中的无关言语效应量大小不存在显著差异这一结论。尽管表意文字(如汉语)的加工显著激活负责协调视觉空间分析的左额中回(Tan et al., 2001),即更依赖视觉-语义通路,但 Perfetti 等人(1992)发现,对两种语言的视觉加工均会自动激活语音信息,这可能与无关言语效应更直接相关,而文字系统的特性并没有显著调节作用。

然而,在表意文字任务中探讨无关言语效应的研究仍较少,何立媛等人(2015)初步发现表意文字中存在无关言语效应,但未对其发生机制做深入探讨。吴三美等人(2021)弥补了这一不足,发现在表意文字加工中,无关言语的语音属性无显著干扰作用,而语义属性的影响显著,支持语义干扰假说。因此,本研究认为有必要在下文中探讨无关言语可理解性与任务言语所属文字系统是否存在交互作用,若存在,是否与吴三美等人(2021)的研究结果一致。

### 5.5 交互作用

#### 5.5.1 无关言语可理解性与年龄群体

年龄群体与无关言语可理解性的交互作用显著。儿童和成年人群体中,有意义言语与无意义言语对复杂言语加工任务的干扰存在显著差异,而老年人群体中不存在显著差异。

根据皮亚杰的认知发展理论(cognitive development),成年人处于认知发展的最终阶段,即形式运算阶段(formal operational stage)。在这一阶段,个体能够进行抽象思维、逻辑推理,这意味着对言语信息加工能力的成熟。因此,成年人可能对无关言语的语义成分更敏感,语义加工更充分。因此,相比老年群体,成年人受到有意义言语的干扰更明显。

Balsamo 和 Gaillard (2006)这项有关儿童听觉语义信息加工的研究显示,儿童和成人具有类似的脑激活模式,除了激活负责语义加工的经典脑区外,还激活左侧梭状回的前、后外侧及扣带回左前侧,不同是儿童在上述部分脑区的激活更强(程士静,何文广,2020)。这解释了为何儿童相较于成年人受有意义无关言语的干扰更大。

老年人群由于工作记忆容量的衰退导致其抑制和维持语义信息能力的减退(Caplan et al., 2011),其言语加工能力处于退化之中,语义加工敏感度低于成年人。这种认知功能的衰退导致老年群体对有意义言语和无意义言语区别的感知较成年人群体更不明显,对两种背景干扰音皆较难抑制。此外,有研究发现,老年人在词汇语义加工方面的老化现象不明显,但在涉及句法和语义关系的长句或复合句加工方面的表现不如年轻人(DeDe & Flax, 2016),而本研究发现无关言语对老年人产生干扰的任务中,的确涉及复杂语义加工的“段篇”。这可能是由于词汇语义信息存储在

长期记忆中,老年人通常积累了丰富的词汇经验,词汇语义信息得到反复强化,使得词汇语义信息即使在老年人脑功能退化的情况下,仍能保持接近年轻人的水平(Burke & Shafto, 2004)。此外,句法加工高度依赖前额叶区域,而该区域在老年人中更易退化,导致其在复杂句法结构的整合上效率降低(Shafto & Tyler, 2014)。

### 5.5.2 无关言语可理解性与任务类型

本研究发现,有意义背景音与无意义背景音仅对言语理解任务的影响存在显著差异,对言语记忆和言语识别任务的影响皆不存在显著差异。有意义言语与无意义言语最典型的差异在于语义成分的有无,而言语理解任务与其他两种任务最显著的差异也在于是否侧重语义加工,该结果再次显示了语义成分在复杂言语加工任务中的重要性,支持语义干扰假说和过程干扰假说。吴三美等人(2021)发现有意义背景言语中的语义属性显著影响个体言语加工中的语义整合阶段,而言语理解任务相比言语识别和记忆任务,较为依赖语境,对语义整合能力的要求更高,因而个体完成理解任务时受到的干扰更加显著。此外,根据认知负荷理论(cognitive load theory),当个体的内在图式与新知识(视觉言语加工材料)未能自动建立联系时,或者存在外在因素对这种自动化的联系产生干扰时,认知过程就会产生额外的认知负荷(Sweller, 1988)。个体对有意义言语中语义成分的加工干扰了自身的语义知识(内在图式)与任务所要求的语义理解(新知识)之间联系的建立,进而影响到了言语理解任务的完成效果。相比之下,言语记忆和言语识别任务多基于单一信息的提取和匹配,对语境的依赖程度低,主要激活与信息存储和检索相关的脑区,对语义成分的敏感性相对较低(Perham et al., 2007),因此有意义与无意义背景音对后两种任务的影响不存在显著差异。

### 5.5.3 无关言语可理解性与任务语言单位

本研究发现,相比无意义言语,有意义言语仅对以“句子”和“段篇”为单位的复杂言语加工任务干扰更大,而在“字词”任务中未发现如此差异。认知资源理论(cognitive resource theory)认为,个体在认知任务中可调用的认知资源是有限的(Kahneman, 1973),背景音中的语义内容可能会与复杂言语加工任务竞争有限的认知资源,导致干扰的发生。在句子和段篇加工任务中,个体不

仅需要理解单个词汇的含义,还需要分析句法关系及完成语义整合。当认知资源分配超出个体加工能力阈值时,将导致加工效率下降。此外,本研究发现无关言语对句子加工任务的干扰相比段篇要更大,这是由于实验材料中句与句之间缺乏语境关联(孤句依次呈现),每个新呈现的句子都需要个体进行全新的认知加工,难以通过语境线索带来的加工优势抵消有意义言语带来的干扰效应。

Stroop 任务显示,当字词颜色与词义冲突时(如用红色写的“绿”),尽管任务要求忽略词义,大脑仍对其优先加工,揭示了字词意义加工的高度自动化。Rayner 等人(2012)也提出,个体在阅读活动中(复杂言语加工任务)会自动加工底层信息(如字词),而高阶理解(如推理)仍需认知资源参与,因此有意义言语对字词意义加工的干扰更不明显,解释了为何有意义言语与无意义言语对字词单位的复杂言语加工任务的干扰不存在显著差异。这一发现与吴三美等人(2021)的研究结果相符:即当任务需要更多认知资源时,背景音才会产生干扰作用。

### 5.5.4 无关言语可理解性与任务言语所属的文字系统

本研究发现,当任务言语是表意文字时,有意义背景音的干扰作用显著大于无意义背景音。尽管在表音文字任务中也存在类似差异,但从效应值差上看,表音文字中的差异小于表意文字。表音文字存在形-音对应规则,语音在言语通达中具有十分重要的作用,其加工依赖字母与语音的映射关系,通常经历“字形-语音-语义”的加工路径。由于语义激活相对滞后,背景音的语义内容对其干扰较弱;而表意文字不存在这样的规则,而是通过视觉形态直接激活语义信息。直通假说(direct access hypothesis)认为表意文字由形直接到义是可能的,不必经过语音的中介作用,其字形的表意作用是大于表音文字的(彭聃龄, 2004),因而个体倾向于整体识别字形,并迅速提取其语义。当背景言语含有个体可加工的语义成分,且任务言语是表意文字时,双重的语义加工过程产生了冲突,导致有意义言语对表意文字的干扰更明显。陈天序和李晓萌(2022)也提出,以英语为代表的表音文字,语音解码直接且显著作用于阅读理解,这说明对表音文字的视觉加工更多地依赖

语音解码,而在加工表意文字时,语义信息的干扰比语音信息的干扰更为显著。

### 5.6 研究意义与不足

本研究从量化的视角比较语音干扰假说与语义干扰假说的效应量,揭示了后者更为显著的理论优势,推动了语言学与心理学的跨领域联动。此外,本研究深入分析潜在的调节因素,包括受试特征(年龄群体)、无关言语特征(可理解性、响度、文本体裁、可预测性及语言单位与无意义言语类型)、任务特征(任务类型、任务语言单位、任务言语所属文字系统)以及重要变量间的交互作用,揭示了无关言语效应研究结论不一的根源,验证了前人针对简单言语加工任务提出的理论模型,探索了大脑如何加工与整合来自不同感觉通道的信息,为未来研究提供了更具针对性的设计指导。本研究还发现,无关言语整体对言语加工任务的干扰效应量较小,但受多种因素的制约,如有意义言语比无意义言语更能干扰受试的认知表现,且对需要语义加工的言语理解任务干扰更大、频谱背景言语对复杂言语加工甚至有微小的促进作用等。了解无关言语对复杂言语加工任务的干扰作用,有助于优化学校、图书馆等教育环境的设计和管理,减少背景噪音对学习者的干扰。对于有注意力缺陷障碍或其他认知障碍的人群,了解无关言语的干扰机制可帮助开发更好的干预和治疗方法,也可为改善助听器和语音识别系统提供参考,使其更好地过滤掉无关的背景音。由于本研究关注的是“言语”加工任务,因此研究结果对语言学习也有一定的启示,无关言语的主动输入(如听含有歌词的音乐)若为无意义言语,对复杂言语加工任务的干扰会更小。

本研究也存在不足之处。首先,本研究仅检验了视觉复杂言语加工任务,无关言语在听觉加工任务中的干扰效应量如何尚不清楚。此外,如果干扰言语与目标言语均来自听觉通道,还会涉及“掩蔽效应”,将会囊括如信噪比(signal-noise ratio)等更多的调节变量,因此值得单独探讨。其次,无关言语的干扰与受试的工作记忆容量关系密切,但由于现有研究多将工作记忆容量作为控制变量,本研究无法对其进行分析,未来研究应进一步探索工作记忆容量对无关言语效应是否存在调节作用。此外,样本量较少的亚组所得结果应谨慎解释,可能缺乏足够的统计能力来检测真

正的组间差异。最后,受研究条件所限,本研究可能未穷尽设定年限内的所有相关文献,后续研究可进一步完善元分析工作。

## 6 结论

本研究通过元分析方法探讨无关言语对复杂言语加工任务干扰效应量的大小,系统分析了无关言语干扰的来源及作用路径、无关言语效应的潜在调节变量及其交互作用,发现:1)无关言语对复杂言语加工任务整体具有较小的干扰作用;2)在复杂言语加工任务中,语义干扰效应比语音干扰效应产生的干扰更大;此外,过程干扰假说也得到了中等强度的证据支持;3)受试年龄群体、无关言语可理解性、响度、可预测性、无意义言语类型及任务类型可以调节无关言语效应的大小;4)无关言语可理解性与受试年龄群体、任务类型、任务语言单位、任务言语所属的文字系统存在交互作用。

## 参考文献

(\*元分析用到的参考文献)

- 陈丽君,黄美林,蒋销柳,汪新建.(2023).听古典音乐真的会变聪明吗?基于广义莫扎特效应的元分析. *心理科学进展*, 31(12), 2232-2262.
- 陈天序,李晓萌.(2022).语素意识、语音解码及听力理解对成人英语学习者阅读理解的作用. *外语教学与研究*, 54(2), 227-238.
- 程士静,何文广.(2020).语义认知的习得、发展和老化及其神经机制. *心理科学进展*, 28(7), 1156-1163.
- \*郭惠兰,宋子明,张煜婧,闫国利.(2017).新闻广播背景音对大学生阅读效率影响的眼动研究. *心理研究*, 10(4), 15-21.
- \*何立媛,黄有玉,王梦轩,孟珠,闫国利.(2015).不同背景音对中文篇章阅读影响的眼动研究. *心理科学*, 38(6), 1290-1295.
- \*何立媛,田雪,李悦,沈凤丹,王永胜,吴捷.(2021).无关言语影响老年人阅读过程的眼动研究. *心理与行为研究*, 19(3), 375-381.
- 李爱华.(2003).音乐用于辅助英语词汇记忆教学的研究与实践. *中国高教研究*, 5, 93+96.
- 刘妮娜,吴舒沁,闫国利.(2023).小学生难解数学应用题解答过程中的无关背景音效应. *心理科学*, 46(5), 1098-1105.
- 刘思耘,周倩,贾会宾,赵庆柏.(2016).不相关言语对视觉觉察的影响. *心理学报*, 48(7), 770-782.
- 毛东兴.(2009).听觉响度感知特征的研究.见 *2009年声频工程学术交流年会论文集*(第2版, pp. 11-13).同济大学声学研究所.
- 孟珠,闫国利.(2018).阅读任务中无关言语效应的作用机

- 制：干扰基于内容还是过程？*心理科学进展*, 26(2), 262-269.
- \*孟珠. (2020). 文本阅读中无关言语效应的作用机制 [博士学位论文]. 天津师范大学.
- \*慕德芳, 宋耀武, 高江峰. (2013). 无关言语对汉字短时记忆系列回忆的影响. *心理学报*, 45(6), 626-635.
- 裴正薇, 丁言仁. (2013). 音乐能力影响中国大学生英语语音能力的实证研究. *外语界*, 1, 36-44.
- 彭聃龄. (2004). 汉语信息加工及其认知神经机制的研究—20年研究工作的回顾. *当代语言学*, 6(4), 302-320, 379.
- 孙亚楠, 刘源, 南云. (2009). 音乐对情绪的影响及其脑机制的相关研究. *自然科学进展*, 19(1), 45-49.
- 王宁. (2015). *汉字构形学导论*. 商务印书馆.
- \*吴三美, 田良苏, 陈家侨, 陈广耀, 王敬欣. (2021). 中文阅读中无关言语效应的认知机制探究：眼动证据. *心理学报*, 53(7), 729-745.
- 薛紫炫, 耿立波, 杨亦鸣. (2021). 噪声条件下听觉言语感知的研究进展. *听力学及言语疾病杂志*, 29(4), 455-459.
- \*闫国利, 孟珠. (2018). 无关言语对阅读的干扰基于内容还是过程？—来自眼动研究的证据. *心理科学*, 41(1), 2-7.
- 杨志刚, 张亭亭, 宋耀武, 李量. (2014). 听觉信息掩蔽的亚成分：基于行为和脑成像研究的证明. *心理科学进展*, 22(3), 400-408.
- 余俊橙, 李秋实, 胡敏, 易明. (2023). 背景音乐类型对大学生阅读效果的影响机制：来自眼动追踪的证据. *图书情报工作*, 67(15), 67-79.
- \*俞锦旺, 孟珠, 秦钊, 邓志洲, 赵绍晨, 闫国利. (2020). 中文词汇加工过程中的无关言语效应. *心理与行为研究*, 18(5), 611-617.
- \*张苏媛, 兰泽波, 张水, 孟珠, 闫国利. (2021). 无关言语对一年级小学生阅读影响的眼动研究. *心理与行为研究*, 19(4), 433-438.
- \*张苏媛. (2022). 1-5 年级小学生阅读中无关言语效应的发展研究 [博士学位论文]. 天津师范大学.
- 张秀芹, 张倩. (2017). 不同体裁读后续写对协同的影响差异研究. *外语界*, (03), 90-96.
- 郑昊敏, 温忠麟, 吴艳. (2011). 心理学常用效应量的选用与分析. *心理科学进展*, 19(12), 1868-1878.
- 钟毅平, 张文洁, 李亚蕾, 范伟. (2018). 时间压力对错误记忆的影响：情绪的调节作用. *心理学报*, 50(9), 929-939.
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (1974). Working memory. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation: Vol. 8: Advances in research and theory* (pp. 47-89). Academic Press.
- Balsamo, L. M., Xu, B., & Gaillard, W. D. (2006). Language lateralization and the role of the fusiform gyrus in semantic processing in young children. *NeuroImage*, 31(3), 1306-1314.
- Barker, B. A., & Elliott, E. M. (2019). The role of talker familiarity in auditory distraction. *Experimental Psychology*, 66(1), 1-11.
- \*Beaman, C. P., Hanczakowski, M., & Jones, D. M. (2014). The effects of distraction on metacognition and metacognition on distraction: Evidence from recognition memory. *Frontiers in Psychology*, 5, 439.
- Begg, C. B., & Mazumdar, M. (1994). Operating characteristics of a rank correlation test for publication bias. *Biometrics*, 50(4), 1088-1101.
- Bell, R., Buchner, A., & Mund, I. (2008). Age-related differences in irrelevant-speech effects. *Psychology and Aging*, 23(2), 377-391.
- Binder, J. R., Desai, R. H., Graves, W. W., & Conant, L. L. (2009). Where is the semantic system? A critical review and meta-analysis of 120 functional neuroimaging studies. *Cerebral Cortex*, 19(12), 2767-2796.
- Boyle, R., & Coltheart, V. (1996). Effects of irrelevant sounds on phonological coding in reading comprehension and short term memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 49(2), 398-416.
- Braat-Eggen, E., Reinten, J., Hornikx, M., & Kohlrausch, A. (2020). The influence of background speech on a writing task in an open-plan study environment. *Building and Environment*, 169, 106586.
- Broadbent, D. E. (1971). *Decision and stress*. Academic Press.
- Broadbent, D. E. (1978). The current state of noise research: Reply to Poulton. *Psychological Bulletin*, 85(5), 1052-1067.
- Buchner, A., Rothermund, K., Wentura, D., & Mehl, B. (2004). Valence of distractor words increases the effects of irrelevant speech on serial recall. *Memory & Cognition*, 32(5), 722-731.
- Burke, D. M., & Shafto, M. A. (2004). Aging and language production. *Current Directions in Psychological Science*, 13(1), 21-24.
- Cabeza, R. (2002). Hemispheric asymmetry reduction in older adults: The HAROLD model. *Psychology and Aging*, 17(1), 85-100.
- Caplan, D., DeDe, G., Waters, G., Michaud, J., & Tripodis, Y. (2011). Effects of age, speed of processing, and working memory on comprehension of sentences with relative clauses. *Psychology and Aging*, 26(2), 439-450.
- Cauchard, F., Cane, J. E., & Weger, U. W. (2012). Influence of background speech and music in interrupted reading: An eye-tracking study. *Applied Cognitive Psychology*, 26(3), 381-390.
- Cohen, J. (1969). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Academic Press.
- Colle, H. A. (1980). Auditory encoding in visual short-term recall: Effects of noise intensity and spatial location. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 19(6), 722-735.
- Colle, H. A., & Welsh, A. (1976). Acoustic masking in primary memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 15(1), 17-31.
- Collins, A. M., & Loftus, E. F. (1975). A spreading-activation theory of semantic processing. *Psychological*

- Review*, 82(6), 407–428.
- Conrad, R., & Hull, A. J. (1964). Information, acoustic confusion and memory span. *British Journal of Psychology*, 55(4), 429–432.
- Cowan, N. (1995). Attention and memory: An integrated framework. Oxford University Press.
- DeDe, G., & Flax, J. K. (2016). Language comprehension in aging. In H. H. Wright (Ed.), *Cognition, language and aging* (pp. 107–133). John Benjamins Publishing Company.
- Dolcos, F., & McCarthy, G. (2006). Brain systems mediating cognitive interference by emotional distraction. *Journal of Neuroscience*, 26(7), 2072–2079.
- Egeland, J., Lund, O., Kowalik-Gran, I., Aarli, A. K., & Söderlund, G. B. W. (2023). Effects of auditory white noise stimulation on sustained attention and response time variability. *Frontiers in Psychology*, 14, 1301771.
- Eimer, M., Nattkemper, D., Schröger, E., & Prinz, W. (1996). Involuntary attention. In O. Neumann & A. F. Sanders (Eds.), *Handbook of perception and action: Vol. 3: Attention* (pp. 155–184). Elsevier.
- Emerson, L. L., Lupyan, G., Goldstein, M. H., & Spivey, M. J. (2010). Overheard cell-phone conversations: When less speech is more distracting. *Psychological Science*, 21(10), 1383–1388.
- Farley, L. A., Neath, I., Allbritton, D. W., & Surprenant, A. M. (2007). Irrelevant speech effects and sequence learning. *Memory & Cognition*, 35(1), 156–165.
- Graesser, A. C., & McNamara, D. S. (2011). Computational analyses of multilevel discourse comprehension. *Topics in Cognitive Science*, 3(2), 371–398.
- Guerra, G., Tijms, J., Vaessen, A., Tierney, A., Dick, F., & Bonte, M. (2021). Loudness and intelligibility of irrelevant background speech differentially hinder children's short story reading. *Mind Brain and Education*, 15(1), 77–87.
- Guerreiro, M. J. S., Murphy, D. R., & van Gerven, P. W. M. (2010). The role of sensory modality in age-related distraction: A critical review and a renewed view. *Psychological Bulletin*, 136(6), 975–1022.
- \*Halin, N. (2016). Distracted while reading? Changing to a hard-to-read font shields against the effects of environmental noise and speech on text memory. *Frontiers in Psychology*, 7, 1196.
- \*Halin, N., Marsh, J. E., Haga, A., Holmgren, M., & Sörqvist, P. (2014). Effects of speech on proofreading: Can task-engagement manipulations shield against distraction? *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 20(1), 69–80.
- \*Halin, N., Marsh, J. E., Hellman, A., Hellström, I., & Sörqvist, P. (2014). A shield against distraction. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 3(1), 31–36.
- Hannon, B., & Daneman, M. (2001). A new tool for measuring and understanding individual differences in the component processes of reading comprehension. *Journal of Educational Psychology*, 93(1), 103–128.
- Hasher, L., & Zacks, R. T. (1988). Working memory, comprehension, and aging: A review and a new view. In G. H. Bower (Ed.), *Psychology of learning and motivation: Vol. 22: Advances in research and theory* (pp. 193–225). Elsevier.
- He, J., Frances, C., Creemers, A., & Brehm, L. (2024). Effects of irrelevant unintelligible and intelligible background speech on spoken language production. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 77(8), 1745–1769.
- Hebb, D. O. (1955). Drives and the C.N.S. (conceptual nervous system). *Psychological Review*, 62(4), 243–254.
- Hughes, R. W. (2014). Auditory distraction: A duplex-mechanism account: Duplex-mechanism account of auditory distraction. *Psych Journal*, 3(1), 30–41.
- Hughes, R. W., Hurlstone, M. J., Marsh, J. E., Vachon, F., & Jones, D. M. (2013). Cognitive control of auditory distraction: Impact of task difficulty, foreknowledge, and working memory capacity supports duplex-mechanism account. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 39(2), 539–553.
- \*Hyönä, J., & Ekholm, M. (2016). Background speech effects on sentence processing during reading: An eye movement study. *PLoS ONE*, 11(3), Article e0152133.
- Jones, D. (1995). The fate of the unattended stimulus: Irrelevant speech and cognition. *Applied Cognitive Psychology*, 9(7), S23–S38.
- Jones, D. M., & Macken, W. J. (1993). Irrelevant tones produce an irrelevant speech effect: Implications for phonological coding in working memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 19(2), 369–381.
- Jones, D. M., Miles, C., & Page, J. (1990). Disruption of proofreading by irrelevant speech: Effects of attention, arousal or memory? *Applied Cognitive Psychology*, 4(2), 89–108.
- Jones, D., Madden, C., & Miles, C. (1992). Privileged access by irrelevant speech to short-term memory: The role of changing state. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 44(4), 645–669.
- Kahneman, D. (1973). *Attention and effort*. Prentice-Hall.
- Kane, M. J., Bleckley, M. K., Conway, A. R., & Engle, R. W. (2001). A controlled-attention view of working-memory capacity. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130(2), 169–183.
- \*Kattner, F. (2025). False memories through auditory distraction: When irrelevant speech produces memory intrusions in the absence of semantic interference. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 78(1), 65–84. <https://doi.org/10.1177/17470218241235654>
- Kattner, F., & Meinhardt, H. (2020). Dissociating the

- disruptive effects of irrelevant music and speech on serial recall of tonal and verbal sequences. *Frontiers in Psychology*, *11*, 346.
- Kintsch, W. (1998). *Comprehension: A paradigm for cognition*. Cambridge University Press.
- LaPointe, L. L., Heald, G. R., Stierwalt, J. A., Kemker, B. E., & Maurice, T. (2007). Effects of auditory distraction on cognitive processing of young adults. *Journal of Attention Disorders*, *10*(4), 398–409.
- Lecumberri, M. L. G., Cooke, M., & Cutler, A. (2010). Non-native speech perception in adverse conditions: A review. *Speech Communication*, *52*(11), 864–886.
- \*Leist, L., Breuer, C., Yadav, M., Fremerey, S., Fels, J., Raake, A., ... Klatte, M. (2022). Differential effects of task-irrelevant monaural and binaural classroom scenarios on children's and adults' speech perception, listening comprehension, and visual-verbal short-term memory. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *19*(23), 15998.
- Leist, L., Lachmann, T., Schlittmeier, S. J., Georgi, M., & Klatte, M. (2023). Irrelevant speech impairs serial recall of verbal but not spatial items in children and adults. *Memory & Cognition*, *51*(2), 307–320.
- Ljung, R., Sorqvist, P., & Hygge, S. (2009). Effects of road traffic noise and irrelevant speech on children's reading and mathematical performance. *Noise and Health*, *11*(45), 194–198.
- \*MacDermid, A. E., Duggan, V. A., Miller, B. L., Neath, I., & Surprenant, A. M. (2023). Irrelevant speech, changing state, and order information. *Memory & Cognition*, *51*(8), 1836–1848.
- \*Mama, Y., Fostick, L., & Icht, M. (2018). The impact of different background noises on the production effect. *Acta Psychologica*, *185*, 235–242.
- Marsh, J. E., Hughes, R. W., & Jones, D. M. (2008). Auditory distraction in semantic memory: A process-based approach. *Journal of Memory and Language*, *58*(3), 682–700.
- Marsh, J. E., Hughes, R. W., & Jones, D. M. (2009). Interference by process, not content, determines semantic auditory distraction. *Cognition*, *110*(1), 23–38.
- \*Marsh, J. E., Ljung, R., Jahncke, H., MacCutcheon, D., Pausch, F., Ball, L. J., & Vachon, F. (2018). Why are background telephone conversations distracting? *Journal of Experimental Psychology: Applied*, *24*(2), 222–235.
- \*Marsh, J. E., Perham, N., Sörqvist, P., & Jones, D. M. (2014). Boundaries of semantic distraction: Dominance and lexicality act at retrieval. *Memory & Cognition*, *42*(8), 1285–1301.
- Martin, R. C., Wogalter, M. S., & Forlano, J. G. (1988). Reading comprehension in the presence of unattended speech and music. *Journal of Memory and Language*, *27*(4), 382–398.
- McNamara, D. S., Graesser, A. C., McCarthy, P. M., & Cai, Z. (2014). *Automated evaluation of text and discourse with Coh-Metrix*. Cambridge University Press.
- \*Meinhardt - Injac, B., Schlittmeier, S., Klatte, M., Otto, A., Persike, M., & Imhof, M. (2015). Auditory distraction by meaningless irrelevant speech: A developmental study. *Applied Cognitive Psychology*, *29*(2), 217–225.
- \*Meng, Z., Lan, Z., Yan, G., Marsh, J. E., & Livesedge, S. P. (2020). Task demands modulate the effects of speech on text processing. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *46*(10), 1892–1905.
- Morrison, A. B., Rosenbaum, G. M., Fair, D., & Chein, J. M. (2016). Variation in strategy use across measures of verbal working memory. *Memory & Cognition*, *44*(6), 922–936.
- Murphy, D. R., Bailey, H., Pearson, M., & Albert, G. (2018). The irrelevant speech effect among younger and older adults: The influence of background noises on reading comprehension. *Experimental Aging Research*, *44*(2), 162–178.
- Neath, I. (2000). Modeling the effects of irrelevant speech on memory. *Psychonomic Bulletin & Review*, *7*(3), 403–423.
- Neely, C. B., & Lecompte, D. C. (1999). The importance of semantic similarity to the irrelevant speech effect. *Memory & Cognition*, *27*(1), 37–44.
- Norris, D., Baddeley, A. D., & Page, M. P. A. (2004). Retroactive effects of irrelevant speech on serial recall from short-term memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *30*(5), 1093–1105.
- Oliver, G., Gullberg, M., Hellwig, F., Mitterer, H., & Indefrey, P. (2012). Acquiring L2 sentence comprehension: A longitudinal study of word monitoring in noise. *Bilingualism: Language and Cognition*, *15*(4), 841–857.
- Oswald, C. J. P., Tremblay, S., & Jones, D. M. (2000). Disruption of comprehension by the meaning of irrelevant sound. *Memory*, *8*(5), 345–350.
- Paulesu, E., Frith, C. D., & Frackowiak, R. S. J. (1993). The neural correlates of the verbal component of working memory. *Nature*, *362*(6418), 342–345.
- Perfetti, C. A., Zhang, S., & Berent, I. (1992). Reading in English and Chinese: Evidence for a “universal” phonological principle. In R. Frost & L. Katz (Eds.), *Advances in Psychology: Vol. 94: Orthography, phonology, morphology, and meaning* (pp. 227–248). North-Holland.
- Perham, N., Banbury, S. P., & Jones, D. M. (2007). Reduction in auditory distraction by retrieval strategy. *Memory*, *15*(4), 465–473.
- Pessoa, L. (2008). On the relationship between emotion and cognition. *Nature Reviews Neuroscience*, *9*(2), 148–158.
- Radun, J., Maula, H., Tervahartiala, I.-K., Rajala, V., Schlittmeier, S., & Hongisto, V. (2024). The effects of irrelevant speech on physiological stress, cognitive performance, and subjective experience – Focus on heart rate variability. *International Journal of Psychophysiology*, *200*, 112352.

- Rausch, V. H., Bauch, E. M., & Bunzeck, N. (2014). White noise improves learning by modulating activity in dopaminergic midbrain regions and right superior temporal sulcus. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 26(7), 1469–1480.
- Rayner, K., Pollatsek, A., Ashby, J., & Clifton, C., Jr. (2012). *Psychology of reading* (2nd ed.). Psychology Press.
- Röer, J. P., Bell, R., Marsh, J. E., & Buchner, A. (2015). Age equivalence in auditory distraction by changing and deviant speech sounds. *Psychology and Aging*, 30(4), 849–855.
- Ross, C. A. (2021). *Examining the effects of background noise on contextualized word learning*. [Unpublished doctoral dissertation]. Sacred Heart University.
- Salamé, P., & Baddeley, A. (1982). Disruption of short-term memory by unattended speech: Implications for the structure of working memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 21(2), 150–164.
- Salamé, P., & Baddeley, A. (1989). Effects of background music on phonological short-term memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 41(1), 107–122.
- Salamé, P., & Baddeley, A. (1990). The effects of irrelevant speech on immediate free recall. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 28(6), 540–542.
- \*Samper, J. R., Morrison, A., & Chein, J. (2021). Doubts about the role of rehearsal in the irrelevant sound effect. *Experimental Psychology*, 68(5), 229–242.
- Schwarz, H., Schlittmeier, S., Otto, A., Persike, M., Klatte, M., Imhof, M., & Meinhardt-Injac, B. (2015). Age differences in the irrelevant sound effect: A serial recognition paradigm. *Psihologija*, 48(1), 35–43.
- Shafto, M. A., & Tyler, L. K. (2014). Language in the aging brain: The network dynamics of cognitive decline and preservation. *Science*, 346(6209), 583–587.
- Shi, L.-F. (2009). Normal-hearing English-as-a-second-language listeners' recognition of English words in competing signals. *International Journal of Audiology*, 48(5), 260–270.
- Sörqvist, P., Nössl, A., & Halin, N. (2012). Disruption of writing processes by the semanticity of background speech. *Scandinavian Journal of Psychology*, 53(2), 97–102.
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257–285.
- Tan, L. H., Liu, H.-L., Perfetti, C. A., Spinks, J. A., Fox, P. T., & Gao, J.-H. (2001). The neural system underlying Chinese logograph reading. *NeuroImage*, 13(5), 836–846.
- Tan, L. H., Spinks, J. A., Eden, G. F., Perfetti, C. A., & Siok, W. T. (2005). Reading depends on writing, in Chinese. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(24), 8801–8805.
- van de Poll, M. K., & Sorqvist, P. (2016). Effects of task interruption and background speech on word processed writing. *Applied Cognitive Psychology*, 30(3), 430–439.
- \*van de Poll, M. K., Sjodin, L., & Nilsson, M. E. (2019). Disruption of writing by background speech: Does sound source location and number of voices matter? *Applied Cognitive Psychology*, 33(4), 537–543.
- Vasilev, M. R., Kirkby, J. A., & Angele, B. (2018). Auditory distraction during reading: A Bayesian meta-analysis of a continuing controversy. *Perspectives on Psychological Science*, 13(5), 567–597.
- \*Vasilev, M. R., Hitching, L., & Tyrrell, S. (2024). What makes background music distracting? Investigating the role of song lyrics using self-paced reading. *Journal of Cognitive Psychology*, 36(1), 138–164.
- \*Vasilev, M. R., Liversedge, S. P., Rowan, D., Kirkby, J. A., & Angele, B. (2019). Reading is disrupted by intelligible background speech: Evidence from eye-tracking. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 45(11), 1484–1512.
- Vøllestad, J., Nielsen, M. B., & Nielsen, G. H. (2012). Mindfulness - and acceptance - based interventions for anxiety disorders: A systematic review and meta - analysis. *British Journal of Clinical Psychology*, 51(3), 239–260.
- \*Yan, G., Meng, Z., Liu, N., He, L., & Paterson, K. B. (2018). Effects of irrelevant background speech on eye movements during reading. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 71(6), 1270–1275.
- \*Zang, C., Wang, S., Guan, Y., Meng, Z., Zhang, M., & Liversedge, S. P. (2024). Does meaningful background speech modulate predictability effects during Chinese reading? *Journal of Cognitive Psychology*, 37(6), 616–629. <https://doi.org/10.1080/20445911.2024.2352902>
- \*Zhang, Y., Ou, D., Chen, C., Qu, G., Kang, S., & Zhan, M. (2023). Effects of speech intelligibility and work modality on scientific reading productivity in open-plan offices. *Building and Environment*, 244, 110734.

## A meta-analysis of the irrelevant speech effect in complex language processing tasks

ZHANG Nan<sup>1,2</sup>, LI Xukui<sup>2</sup>

*(<sup>1</sup> School of Foreign Studies, Tongji University, Shanghai 200092, China)*

*(<sup>2</sup> College of Foreign Languages, Ocean University of China, Qingdao 266100, China)*

**Abstract:** A great number of studies have reported the existence of the Irrelevant Speech Effect (ISE) in simple language processing tasks. However, it is unclear whether ISE persists in more complex language processing tasks. Specifically, questions about the magnitude of ISE, its underlying mechanisms (i.e., the source and pathway of interference), and possible moderator variables remain unanswered. Using a random-effects model, this study conducted a meta-analysis of 30 studies (113 independent effect sizes) selected according to its search criteria. The results indicated that irrelevant speech significantly interfered with individuals' performance in complex language processing tasks, with a relatively small total effect size after the exclusion of outliers. The impact of irrelevant speech on task performance was moderated by age, speech characteristics (intelligibility, volume, predictability and the type of unintelligible speech), and task features (type). Additionally, irrelevant speech intelligibility interacted with age, task type, the linguistic unit of the task, and the writing system of the task language, respectively. The semantic interference hypothesis was found to be more robustly supported than the phonological interference hypothesis by this meta-analysis, and the process-interference hypothesis was supported as a convincing account of the nature of ISE. Future studies can explore additional potential moderator variables of ISE in complex language processing tasks, thereby informing how modern educational technologies (e.g., audio and video materials) can be applied to language learning. This study provides insights for designing and optimizing learning environments to reduce background noise interference for language learners. Additionally, the results provide theoretical guidance and support for the development of more effective interventions and treatments for individuals with cognitive impairments.

**Keywords:** Irrelevant Speech Effect, language processing, interference mechanisms, meta-analysis

附录:

附表 1 原始数据编码表

作者与发表年份	实验序号	样本量	无关言语特征				复杂言语加工任务特征				受试特征		文献质量	
			可理解性	总体 响度/划分	文本体裁	有意义言语 可预测性	无意义 言语 类型	类型	语言单位	文字系统	年龄群体	支持的假说		效果量
Beaman <i>et al.</i> , 2014	42	有意义			对话	字词	言语识别(词汇识别)	字词	表音	成年人	0.33	2		
Halim, 2016	28	有意义	60dB/低				言语理解 (篇章阅读理解)	段落	表音	成年人	0.43	2		
Halim, Marsh, Hellman <i>et al.</i> , 2014	32	有意义	65dB/高	叙事类	独白	段落	言语理解 (篇章阅读理解)	段落	表音		0.36	2		
Halim, Marsh, Haga <i>et al.</i> , 2014	1	有意义	65dB/高	叙事类	独白	段落	言语理解(语义勘误)	段落	表音	成年人	0.24	1		
	2	有意义	65dB/高	叙事类	独白	段落	言语识别(拼写勘误)	段落	表音	成年人	0.36			
	29	有意义	65dB/高	叙事类	独白	段落	言语理解(语义勘误)	段落	表音	成年人	0.27			
	1	有意义	65dB/高	叙事类	独白	段落	言语识别(拼写勘误)	段落	表音	成年人	0.27			
Hyönä & Ekkholm, 2016	42	有意义	80~85 dB/(未纳入 响度分析—非耳机 播放,下同)	叙事类	独白	段落	言语理解 (句子阅读理解)	句子	表音		0.09	1		
		无意义	/				外语	句子	表音		-0.07			
	2	有意义	/			段落	言语理解 (句子阅读理解)	句子	表音		0.30			
		有意义	/			段落	言语理解 (句子阅读理解)	句子	表音		0.29			
	3	有意义	/	信息类	独白	段落	言语理解 (句子阅读理解)	句子	表音		0.17			

续表

作者与发表年份	实验序号	样本量	无关言语特征				复杂言语加工任务特征				受试特征		文献质量		
			可理解性	总体	响度/划分	文本体裁	有意义言语	无意义言语	类型	语言单位	文字系统	年龄群体		支持的假说	效果量
			有意义	/					言语理解(句子阅读理解)	句子	表音		过程干扰	0.26	
	4	36	有意义	/					言语理解(句子阅读理解)	句子	表音		过程干扰	0.16	
			有意义	/					言语理解(句子阅读理解)	句子	表音		过程干扰	0.19	
Kattner, 2024	1	50	无意义	60 dB/低					外语	字词	表音	成年人		-0.04	1
Leist <i>et al.</i> , 2022	2	107	无意义	60 dB/低					外语	字词	表音			0.25	1
MacDermid <i>et al.</i> , 2023	1	60	有意义	70 dB/高					字词	字词	表音	成年人		0.57	1
	2	88	有意义	70 dB/高						字词	表音	成年人		0.30	
	3	88	有意义	70 dB/高						字词	表音	成年人		0.10	
	4	88	有意义	70 dB/高						字词	表音	成年人		0.04	
Mama <i>et al.</i> , 2018	20		有意义	85dB/高						字词	表音	成年人		1.00	1
Marsh <i>et al.</i> , 2018	1	38	有意义	69 分贝/高				对话		字词	表音	成年人	语义干扰	0.11	2
	2	38	有意义	69 分贝/高				半对话		字词	表音	成年人	语义干扰	0.57	
			有意义	69 分贝/高				对话		字词	表音	成年人		0.16	
			有意义	69 分贝/高				半对话		字词	表音	成年人		0.57	
Marsh <i>et al.</i> , 2014	1	24	有意义	65-70 dB/高				信息类	独白	字词	表音	成年人	语义干扰、过程干扰	0.50	2



续表

作者与发表年份	实验序号	样本量	无关言语特征				复杂言语加工任务特征			受试特征	支持的假说	效果量	文献质量	
			总体	有意义言语		无意义言语	类型	语言单位	文字系统					年龄群体
				可理解性	可预测性									
Vasilev <i>et al.</i> , 2019	1	40	有意义	59~61 dB/低	言语理解 (句子阅读理解)	句子	表音	成年人	语义干扰	0.09	2			
			无意义	59~61 dB/低	外语	句子	表音	成年人	0.03					
			无意义	59~61 dB/低	频谱背景 言语	句子	表音	成年人	-0.02					
	2	48	有意义	59~61 dB/低	言语理解 (句子阅读理解)	段落	表音	成年人	语义干扰	0.15				
			无意义	59~61 dB/低	外语	段落	表音	成年人	0.03					
			无意义	59~61 dB/低	频谱背景 言语	段落	表音	成年人	0.02					
Vasilev <i>et al.</i> , 2024	3	48	有意义	59~61 dB/低	言语理解 (段落阅读理解)	段落	表音	成年人	语义干扰	0.05				
			无意义	59~61 dB/低	外语	段落	表音	成年人	0.10					
			无意义	59~61 dB/低	频谱背景 言语	段落	表音	成年人	0.05					
Yan <i>et al.</i> , 2018	42	208	有意义	58~66 dB/低	言语理解 (句子阅读理解)	句子	表意	成年人	语义干扰	0.78	2			
			无意义	58~66 dB/低	语音片段 重组噪声	句子	表意	成年人	-0.02					
Zang <i>et al.</i> , 2024	90		有意义	58~70 dB/(未纳入 响度分析)	言语理解 (句子阅读理解)	段落	表意	成年人	语义干扰、 过程干扰	0.11	2			

续表

作者与发表年份	实验序号	样本量	无关言语特征				复杂言语加工任务特征			受试特征		文献质量			
			可理解性	总体 响度/划分	文本 体裁	有意义言语 可预 测性	语言 单位	无意义 言语 类型	类型	语言 单位	文字 系统		年龄 群体	支持的 假说	效果量
Zhang <i>et al.</i> , 2023	30	30	有意义	58~70 dB/(未纳入 响度分析)	/	/	/	句子	外语	言语理解 (句子阅读理解)	句子	表意	成年人	过程干扰	0.02
郭惠兰 等, 2017	28	28	有意义	56.3~78.3dB (未纳入 响度分析)	信息类	信息类	段落	段落	言语理解 (篇章阅读理解)	言语理解 (篇章阅读理解)	句子	表意	成年人		0.24
何立媛 等, 2015	25	25	有意义	56.3~78.3dB (未纳入 响度分析)	信息类	信息类	段落	段落	言语理解 (句子阅读理解)	言语理解 (句子阅读理解)	句子	表意	成年人		0.19
			有意义	64.0~66.3dB/高			对话	句子	言语理解 (篇章阅读理解)	言语理解 (篇章阅读理解)	段落	表意	成年人		0.30
			有意义	64.0~66.3dB/高			对话	句子	言语理解 (篇章阅读理解)	言语理解 (篇章阅读理解)	段落	表意	成年人		0.42
何立媛 等, 2021	24	24	有意义	45dB/低	叙事类	叙事类	独白	段落	言语理解 (篇章阅读理解)	言语理解 (篇章阅读理解)	段落	表意	老年人	语义干扰	0.02
			无意义	45dB/低					外语	言语理解 (篇章阅读理解)	段落	表意	老年人		0.00
			有意义	45dB/低	叙事类	叙事类	独白	段落	言语理解 (篇章阅读理解)	言语理解 (篇章阅读理解)	段落	表意	成年人	语义干扰	0.34
			无意义	45dB/低					外语	言语理解 (篇章阅读理解)	段落	表意	成年人		0.18
孟珠, 2020	1	60	有意义	58~70 dB (不纳入, 下同)	叙事类	叙事类	独白	段落	言语理解 (句子阅读理解)	言语理解 (句子阅读理解)	句子	表意	成年人	语义干扰, 过程干扰	0.65

续表

作者与发表年份	实验序号	样本量	无关言语特征				复杂言语加工任务特征			受试特征		支持的假设	效果量	文献质量
			可理解性	总体	有意义言语		无意义言语	类型	语言单位	文字系统	年龄群体			
					文本体裁	可预测性								
			有意义	58~70 dB	叙事类	独白	段落	言语理解 (句子阅读理解)	句子	表意	成年人	语义干扰、 过程干扰	0.64	
			有意义	58~70 dB				言语理解 (句子阅读理解)	句子	表意	成年人	语义干扰、 过程干扰	0.46	
			有意义	58~70 dB				言语理解 (句子阅读理解)	句子	表意	成年人	语义干扰、 过程干扰	0.46	
			无意义	58~70 dB			外语	言语理解 (句子阅读理解)	句子	表意	成年人	过程干扰	-0.03	
			无意义	58~70 dB			外语	言语理解 (句子阅读理解)	句子	表意	成年人	过程干扰	-0.01	
	2	30	有意义	58~70 dB (不纳入,下同)	叙事类	独白	段落	言语理解 (句子语义合理性判断)	句子	表意	成年人	过程干扰	1.18	
			无意义	58~70 dB			外语	言语理解 (句子语义合理性判断)	句子	表意	成年人	过程干扰	0.17	
			有意义	58~70 dB	叙事类	独白	段落	言语识别(错字校对)	句子	表意	成年人	过程干扰	0.05	
			无意义	58~70 dB			外语	言语识别(错字校对)	句子	表意	成年人	过程干扰	-0.04	
	3	32	有意义	58~72dB (不纳入,下同)	信息类	独白	段落	言语理解 (字对意义一致性判断)	字词	表意	成年人	过程干扰	2.72 <sup>a</sup>	
			无意义	58~72dB				语音结构 言语理解 (字对意义一致性判断)	字词	表意	成年人	过程干扰	0.27	
			无意义	58~72dB	频谱背景 言语			言语理解 (字对意义一致性判断)	字词	表意	成年人	过程干扰	0.00	

续表

作者与发表年份	实验序号	样本量	无关言语特征				复杂言语加工任务特征				受试特征		支持的假说	效果量	文献质量	
			可理解性	总体	响度/划分	文本体裁	有意义言语		无意义言语	类型	语言单位	文字系统				年龄群体
							可预测性	独白								
			有意义	58~72dB		信息类	独白	段落	言语识别 (字对声母一致性判断)	字词	表意	成年人	过程干扰	2.60 <sup>a</sup>		
			无意义	58~72dB				语音结构 规则言语	言语识别 (字对声母一致性判断)	字词	表意	成年人	过程干扰	2.59 <sup>a</sup>		
			无意义	58~72dB				频谱背景 言语	言语识别 (字对声母一致性判断)	字词	表意	成年人	过程干扰	0.08		
	4	64	有意义	58~72dB (不纳入, 下同)		信息类	独白	段落	言语理解 (句子阅读理解)	句子	表意	成年人	过程干扰	1.32		
			无意义	58~72dB				语音结构 规则言语	言语理解 (句子阅读理解)	句子	表意	成年人	过程干扰	0.51		
			无意义	58~72dB				频谱背景 言语	言语理解 (句子阅读理解)	句子	表意	成年人	过程干扰	-0.24		
	5	32	有意义	58~72dB (不纳入, 下同)		信息类	独白	段落	言语理解 (句子阅读理解)	句子	表意	成年人	过程干扰	2.30 <sup>a</sup>		
			无意义	58~72dB				语音结构 规则言语	言语理解 (句子阅读理解)	句子	表意	成年人	过程干扰	1.13		
			无意义	58~72dB				频谱背景 言语	言语理解 (句子阅读理解)	句子	表意	成年人	过程干扰	-0.15		
			有意义	58~72dB		信息类	独白	段落	言语识别 (字对声母一致性判断)	句子	表意	成年人	过程干扰	1.20		
			无意义	58~72dB				语音结构 规则言语	言语识别 (字对声母一致性判断)	句子	表意	成年人	过程干扰	1.13		

续表

作者与发表年份	实验序号	样本量	无关言语特征				复杂言语加工任务特征			受试特征		支持的假说	效果量	文献质量
			总体	有意义言语		无意义言语	类型	语言单位	文字系统	年龄群体				
				文本体裁	可预测性						语言单位			
			可理解性	响度/划分			背景言语	言语识别 (字对声母一致性判断)	句子	表意	成年人	过程干扰	-0.23	
慕德芳等, 2013		38	无意义		语音背景	言语	言语识别 (字对声母一致性判断)	句子	表意	成年人	过程干扰	-0.23		
			无意义		外语	外语	言语记忆(汉字记忆)	字词	表意	成年人	0.47	3		
			无意义		外语	外语	言语记忆(汉字记忆)	字词	表意	成年人	0.92			
吴三美等, 2021	1	48	有意义	60dB/低	信息类	信息类	言语记忆(汉字记忆)	字词	表意	成年人	1.46			
			有意义		段落	段落	言语理解 (句子阅读理解)	句子	表意	成年人	0.21	3		
			无意义	60dB/低	外语	外语	言语理解 (句子阅读理解)	句子	表意	成年人	-0.09			
	2	48	有意义	60dB/低	信息类	信息类	言语理解 (句子阅读理解)	段落	表意	成年人	1.60			
			无意义	60dB/低	外语	外语	言语理解 (句子阅读理解)	句子	表意	成年人	-0.40			
			无意义	60dB/低	外语	外语	言语理解 (句子阅读理解)	句子	表意	成年人	0.29			
闫国利, 孟珠, 2018		18	有意义	58~66 dB/低	信息类	信息类	言语理解 (篇章阅读理解)	段落	表意	成年人	0.08			
			无意义	60dB/低	外语	外语	言语理解 (篇章阅读理解)	段落	表意	成年人	0.08			
			有意义	58~66 dB/低	信息类	信息类	言语理解 (句子阅读理解)	段落	表意	成年人	0.13	2		
			无意义	58~66 dB/低	语音片段 重组噪声	言语理解 (句子阅读理解)	句子	表意	成年人	0.02				
			有意义	58~66 dB/低	信息类	信息类	言语识别(错字校对)	句子	表意	成年人	0.08			



续表

作者与发表年份	实验序号	样本量	无关言语特征					复杂言语加工任务特征				受试特征		文献质量	
			可理解性	总体 响度/划分	文本体裁	有意义言语 可预测性	语言单位	无意义 言语 类型	类型	语言单位	文字系统	年龄群体	支持的假说		效果量
			无意义	65dB/高				外语	言语理解 (句子阅读理解)	句子	表意	儿童	语音干扰	0.15	
			无意义	65dB/高				外语	言语理解 (句子阅读理解)	句子	表意	儿童	语音干扰	0.21	
张苏媛 等, 2021		36	有意义	65dB/高	叙事类	独白	段落	外语	言语理解 (句子阅读理解)	句子	表意	儿童	语义干扰	0.94	3
			有意义	65dB/高	叙事类	独白	段落		言语理解 (句子阅读理解)	句子	表意	儿童	语义干扰	1.07	
			无意义	65dB/高				外语	言语理解 (句子阅读理解)	句子	表意	儿童		0.13	

注：<sup>a</sup> 作为异常值剔除的效应量。