

doi: 10.3969/j.issn.1672-4933.2026.03.004

听障口语者语料库、语音信息库 建设初探

A Preliminary Study on the Construction of a Speech Corpus and Voice Information Database for
Hearing-Impaired Speakers

李瑶 薛静 赵倩 蒋春 张艳玲 孙静 于丽玫 邢亚静

LI Yao, XUE Jing, ZHAO Qian, JIANG Chun, ZHANG Yan-ling, SUN Jing, YU Li-mei, XING Ya-jing

【摘要】 听障口语者的语音数据是开展听障语音特征分析与人工智能(artificial intelligence, AI)声音修复技术研究的基础资源。我国听力残疾人口基数大,口语使用者众多,但面向汉语听障人群的专用语音数据长期匮乏、标准缺失、共享不足,成为AI康复技术落地的核心瓶颈。本文针对当前听障语音数据建设缺乏系统规范现状,梳理了国内外相关理论与实践,分析了我国面临的本土化困境。在此基础上,提出借助人工智能技术,通过确立行业标准、构建人机协同 workflow、构建分级开放的数据共享机制、加速跨学科人才培养等路径,推动听障语音数据库的系统化、标准化与智能化建设,旨在为我国听障语音数据资源的系统化建设提供参考。

【关键词】 听障口语者;语料库;语音信息库;人工智能;声音修复;数据共享

【中图分类号】 R494

【文献标识码】 A

【文章编号】 1672-4933(2026)03-0236-05

【Abstract】 Speech data from hearing-impaired speakers constitute a fundamental resource for research on hearing-impaired speech feature analysis and AI-driven voice restoration technologies. China has a large population of hearing-impaired individuals, among whom many use spoken language as their primary means of communication. However, dedicated speech data for Mandarin-speaking hearing-impaired individuals have long been lacking in quantity, standardized norms, and sharing mechanisms, which has become a critical bottleneck hindering the deployment of AI-based rehabilitation technologies. In response to the current lack of systematic standards for hearing-impaired speech data construction, this paper reviews relevant theories and practices from both domestic and international sources, and analyzes the localization challenges faced in China. On this basis, this paper proposes leveraging artificial intelligence technologies to promote the systematic, standardized, and intelligent construction of hearing-impaired speech databases through the establishment of industry standards, the development of human-AI collaborative workflows, the creation of tiered open data sharing mechanisms, and the acceleration of interdisciplinary talent cultivation. This study aims to provide methodological references for the systematic construction of speech data resources for hearing-impaired individuals in China.

【Key words】 Hearing-impaired speakers; Speech corpus; Voice information database; AI-powered; Speech restoration; Data sharing

1 引言

听力损失不仅导致听觉信息输入受阻,更对个体的语言能力、认知发展及社会参与造成影响。听障人士由于听觉反馈缺失或减弱,往往形成独特的语音特征,表现为构音异常、声调偏离、韵律失调等。听障语音特征既是其沟通障碍的根源,也是言语康复干预和人工智能声音修复技术研究的重点对象。我国听力残疾人数量庞大,居各类残疾之首,其中部分听障者通过使用助听设备以及康复训练后,使用口语进行交流。

近年来,人工智能技术在语音处理领域取得突破性

进展,为听障人士的语音修复与沟通辅助带来了可能。然而,现有语音识别与合成系统主要基于健听人群数据进行训练,对听障语音的识别准确率显著下降。造成这一技术瓶颈的核心原因在于训练数据的缺失,系统性、可供算法模型学习的听障语音数据库仍属空白。这一困境并非听障领域独有,而是人工智能大模型发展面临的共性问题。据研究预测,全球高质量训练数据可能在2026~2032年面临枯竭;以GPT-3为例,其训练数据中英文占比高达92.65%,中文语料不足1%^[1]。这意味着面向听障人群等特定领域的专用语料库建设不仅具有康复价值,也

基金项目:2024年中国残联课题“人工智能声音修复技术在听障人士病理腔调中的修复”(2024CDPFHS-10)

作者单位:中国听力语言康复科学杂志社 北京 100029

作者简介:李瑶 本科;研究方向:听力语言康复工程

通讯作者:薛静, E-mail: snowxj@sina.com

可能具有战略意义。《中国听力语言康复科学杂志》社团队与华为团队联合研发的小艺声音修复技术,其核心基础是国内首个大规模成人听障口语者语音数据库,团队采集了4926余名听障者的口语数据有效时长1023小时,使听者可懂度平均提升80%以上(据华为实验室测试数据)^[2]。该技术连续2年入选中国残联助残科技创新案例与科技助残应用场景。这一实践表明,大规模、标准化的听障语音数据库是AI声音修复技术从实验室走向应用的关键基础设施。因此,系统化建设听障语音语料库已成为推动技术突破的当务之急。本文基于全国多城市、千例级听障语音采集工程的实践经验,梳理当前语料资源建设的现实短板,构建层次化、可落地的建设实施框架,以期AI声音修复技术研发提供参考。

2 国际经验与启示

国际病理语音库已形成成熟范式,重点体现在采集标准化、标注工具化、共享开放化3方面。国际上,病理语音数据库的建设已有多年的积累。加拿大多伦多大学的TORGO数据库和美国伊利诺伊大学的UASpeech数据库是构音障碍领域的代表资源,前者收录了脑瘫或肌萎缩侧索硬化患者的构音障碍语音数据,后者被学术界公认为构音障碍语音识别的基准数据库。TalkBank作为FluencyBank的母平台,提供了覆盖失语症、儿童语言、口吃、孤独症等14种口语类型的在线多媒体数据资源,其开放共享理念和统一标注标准为语料库建设树立了典范^[3]。FluencyBank建立了标准化的不流畅编码体系和免费分析程序CLAN,这些工具可显著提升语料分析的效率与一致性,且已在美国国立卫生研究院(national institutes of health, NIH)和国家科学基金会(national science foundation, NSF)资助下得到广泛应用^[4]。

直接套用为成人语音设计的ASR模型在处理非典型语音时会失败^[5],提示听障语音同样面临与标准语音的显著差异,需要专门设计适合目标人群的采集规范和标注体系,而非简单移植健听人语音的处理方案。从发展趋势看,国际病理语音数据库正从研究导向向应用导向延伸,从单一模态向多模态拓展,从小规模向大规模演进,这些趋势可为听障语音数据库的建设提供参考。

在国际大规模病理语音数据库方面,法国马赛和艾克斯普罗旺斯医院录制的MTO和AHN语料库收录了2500名构音障碍和发音障碍者,是国际上规模最大的病理语音数据库之一。该数据库同时采集声学信号和生理信号,采用MySQL关系数据库管理多模态数据,其建设经验为病理语音数据库的长期管理提供了重要参考^[6]。近年来,Google的Project Euphonia项目发布了包含超过

2000名说话人、120万条录音的大规模构音障碍英语语音数据集,其中超过75%的说话人数据由言语语言病理学家完成了40余种语音特征的精细标注^[7]。此外,SONIVA项目构建了约1000名中风后失语症患者和约7000名健康对照者的语音数据库,为病理语音识别提供了丰富的训练资源^[8]。

3 本土探索与困境

3.1 引入进程与代表成果

我国专业化语音数据库建设起步于20世纪90年代^[9]。中科院声学所研发的汉语听觉视觉双模态数据库CAVSR1.0覆盖全量汉语声韵母基础样本,整体建设规模与规范化程度领先同期国际同类成果^[10]。双模态同步采集模式可完整记录语音信号与发音器官运动特征,为病理语音差异化研究提供多维数据支撑^[11]。

国内听障语音领域研究经历了理论引进、初步实践、创新发展的过程。2014年,学界开始探索特殊群体康复文献资源库的建设思路与实施路径^[12]。随后面向听障障碍人群的专属口语数据库初步建成,并配套研发智能化辅助教学系统。语料库语言学的基础理论与标准化建设规范逐步在言语康复、特殊教育领域落地普及^[12,13]。手语语料数据的采集方法研究也为特殊人群语料库建设提供了方法论参考^[15]。

近年来,语料库研究方法广泛应用于听障语言研究领域。聋人书面语料库的搭建逻辑与运维模式已形成完善体系^[16],依托自建专项语料开展的语言偏误分析验证了专属化资源库的科研价值^[17]。基于语料库的研究已深入听障儿童口语叙事领域,研究成果揭示了句法复杂度对人工耳蜗植入儿童叙事能力的影响机制^[18]。同时,国内在构音障碍语音数据库建设方面也取得了重要进展,CDSO汉语构音障碍语音数据库是目前规模最大的中文构音障碍数据集,为病理语音识别研究提供了宝贵资源^[19]。科学的构音康复训练可有效提升听障儿童听觉言语水平与综合发育能力^[20]。

在以上研究基础上,规模化专项语音采集工作有序推进。《中国听力语言康复科学杂志》社牵头开展了全国多城市联动的成年听障人群语音采集项目,覆盖国内多个省市地区,布设百余个线下采集点位,累计完成数千条有效语音样本采集与基础信息调研,初步建成适配AI声音修复、言语特征分析、康复效果评估的专属语音资源库。

3.2 深层挑战

尽管国内听障语音数据库建设已取得一定进展,但整体发展仍存在碎片化、规范化不足、协同性薄弱等问

题。基于多个研究项目的实践经验,非典型语音数据的采集、标注、使用和共享面临一系列共性挑战,亟需建立标准化的实践指南^[21]。

3.2.1 标准化程度不足 不同研究团队、康复机构的采集设备参数、录音环境条件、人群分层标准缺乏统一行业规范,数据统计口径不一,跨区域、跨机构数据难以整合对接,无法形成规模化的资源优势。

3.2.2 标注体系不完善 听障语音异常类型复杂,涵盖音段畸变、省略、替换及声调、语调、节奏等超音段多重问题。目前国内尚未形成统一的病理语音行业标注规范,标注人员专业背景参差不齐,同类语音异常判定标准不统一,直接影响数据成果的科学性与复用价值。

3.2.3 数据共享机制缺失 受患者隐私保护约束、知识产权界定模糊、行业协作壁垒等因素影响,国内听障语音数据多为项目化封闭管理。医学伦理管控细则不完善、数据格式标准不统一,导致优质语音资源分散割裂,资源闲置与科研需求紧缺的矛盾突出。

3.2.4 跨学科人才稀缺 听障语音资源建设融合康复医学、临床听力学、语音声学、人工智能、数据管理等多学科内容。现阶段行业人才分工单一,康复技术人员缺乏数据处理与智能技术认知,算法研发人员不熟悉病理语音临床特征,学科壁垒显著,严重制约数据库建设的精细化与长效化发展。

4 听障语音数据库系统化建设路径

基于上述分析,本文从概念界定、标准规范、技术实施、共享机制、人才培养、长效运维6个维度,构建分层递进、可落地、可迭代的系统化建设体系。

4.1 语料库与语音信息库的概念界定

在听障语音资源建设体系中,语料库与语音信息库是两个递进关联但内涵不同的核心载体。听障口语语料库属于基础性原始资源集合,核心内容为标准化录制的原始音频素材,同步配套受试者人口学资料、听力损伤程度、助听干预方式等基础背景信息,核心功能聚焦原始样本的规范采集、统一存储与长期归档。听障口语语音信息库则属于深加工型增值应用资源,以原始语料库为基

础,通过病理语音标注、声学特征量化提取、异常类型分类归档等专业化加工,实现原始音频数据的结构化与价值升级。二者逻辑关联紧密,功能各有侧重。原始语料库是语音信息库建设的基础,语音信息库是语料资源深度挖掘、价值转化的延伸载体。厘清两类资源的概念边界,能够为后续标准化建设、分类应用、资源管理提供依据。

4.2 确立统一建设标准规范

针对行业标准碎片化问题,亟需构建全国统一的建设规范体系,明确四大核心基准:听力损伤分级标准、受试者纳入与排除条件、标准化采集文本范式、统一录音环境与设备参数。全面参考国际成熟病理语音资源库建设经验,细化听力损失类型、发病年龄、助听干预模式、康复训练时长等指标,保障样本划分科学合理。

4.3 细化完善技术实施方法

围绕听障语音高频异常表现,制订统一的病理语音标注符号、分类标准与操作流程。建立标注人员岗前培训、定期考核、交叉审核与一致性长效检验机制,保障标注口径统一。借鉴口吃临床评估的标准化研究成果,其方法可迁移至听障语音清晰度、可懂度、韵律异常等主观评估细则的完善^[22],统一元数据录入字段与填写规范,确保多中心、跨区域采集数据可对接、整合与对比。

依托人工智能技术搭建采集、标注、审核、质控全流程人机协同工作模式,各环节分工明确、流程规范,具体实施细则见表1。多模态语音增强与信号分离技术的快速发展,为复杂环境下听障语音降噪、优化处理提供了技术支撑^[23]。

多中心分散采集场景下,统一设备参数、录音环境与操作流程,从源头严控原始音频质量。依托深度学习模型完成批量文本转写、基础分割等重复性工作,结合听障语音病理特征进行算法适配优化^[29]。标注环节实行科学人机分工,机器承接基础重复性工作,言语康复专业人员聚焦病理语音精细化修正与疑难样本研判,全面提升标注质量与整体工作效率^[28]。此外,语音信息库的声学特征量化提取可借鉴病理语音自动评估技术——基于深度学习的GRBAS评分方法仅需少量标注数据即可实现与

表1 听障语音库人机协同全流程实施细则^[28]

阶段	核心工作	人机协同模式	核心技术工具	质量控制指标
采集与预处理 ^[24,25]	多中心同步采集、环境降噪、音频质量初筛	机器为主+人工辅助	专业录音设备+VAD语音检测	信噪比≥20 dB,剔除无效样本
AI智能预标注 ^[26]	语音自动转写、发音边界分割	全机器自动化	病理语音优化版Conformer模型	预标注准确率≥85%
人工复核精校 ^[4]	病理发音修正、声调韵律校对	人工主导+机器辅助	Praat, CLAN专业语音分析软件	标注完整规范,病理特征精准
质控与闭环迭代 ^[27]	盲测抽样、一致性检验、疑难会诊	人机结合闭环	Kappa一致性检验、多级抽检	Kappa≥0.8,问题样本闭环整改

专家相当的评分表现,为听障语音的客观声学分析提供了可行的技术路径^[30]。

4.4 构建分级开放的数据共享机制

打破行业数据孤岛格局,依托专业学会、核心期刊、行业协作平台,搭建专业化、规范化的分级数据共享服务体系。严格遵循医学科研伦理要求,全面落实受试者知情同意制度,建立完善的数据匿名化、脱敏加密处理流程。结合科研、教学、临床应用的不同需求,划分多层次访问权限,实行差异化分级授权管理^[25]。充分借鉴国际大型病理资源库长效管理经验,完善数据使用许可制度,明确知识产权归属与引用规范,平衡资源建设投入与行业公益共享需求。

4.5 加速跨学科人才培养

听障语音资源建设交叉融合康复医学、临床听力学、语音声学、人工智能与数据管理等多领域。需推动高校、康复机构、科研院所与科技企业协同育人,搭建交叉学科培养体系,培育复合型专业人才。依托项目实践与产教融合,打通理论研究与行业应用壁垒;同时,大模型技术在助听器领域的创新探索,为语音康复数据资源的成果转化提供了全新方向^[31]。

4.6 搭建长效运维体系

为保障资源库建设的持续性、稳定性与迭代性,需搭建多维度长效发展体系。建设层面实行分期迭代发展模式,初期聚焦核心样本积累与基础标准搭建;中期完善标注体系、扩充样本覆盖范围;后期推进多模态数据融合与成果转化。研究层面形成标准制定—样本采集—标注分析—技术应用—优化完善的闭环研究范式,以数据资源建设为抓手,反向推动听障言语病理机制、康复评估方案、智能辅助干预技术的理论创新。

智能技术的快速发展为听障语音资源规范化建设提供了全新路径。未来行业需逐步摆脱传统零散化、人工化建设模式,全面迈向标准统一、技术融合、人机协同、长效运维的系统化发展新阶段。

5 结论与展望

听障口语者语料库与语音信息库建设是开展听障言语病理特征研究、临床康复评估、智能语音干预技术研发的基础性战略资源。本文系统梳理国内外病理语音资源建设成果,界定两类核心资源的概念,剖析了我国汉语听障语音资源建设的现实困境,从标准规范、技术实施、标注体系、共享机制、人才培养、长效运维六大维度构建适配国内行业发展现状的本土化建设体系。

本文主要侧重于方法论层面的探讨,尚未开展大规模多模态数据验证与实证研究,仍存在一定局限性。未

来研究可结合临床康复实践,持续完善全国统一建设标准,搭建跨机构行业协作平台,不断充实样本体量与数据维度,逐步完善中文听障语音资源建设体系。

听障语音数据资源建设是一项长期性、公益性基础工程,直接关系听障群体康复质量提升与信息无障碍事业发展。唯有多学科、多机构协同发力,持续优化建设路径与应用模式,才能有效推动言语康复行业高质量发展,为听障群体社会融入提供坚实支撑。

参考文献

- [1] 李兴腾, 冯峰, 黄鹂强. 突破人工智能大模型的“数据瓶颈”——构建国家级语料库运营平台的思考[J]. 中国科学院院刊, 2025, 40(3): 522-529.
- [2] 孙奇茹. AI声带、视障导航科技点亮残障人士“无碍”生活[EB/OL]. 北京日报. 2024-12-03.
- [3] MacWhinney B. Understanding spoken language through TalkBank[J]. Behavior Research Methods, 2019, 51(4): 1919-1927.
- [4] MacWhinney B, Roberts JA, Sloane M, et al. Fluency Bank: A new resource for fluency research and practice[J]. Journal of Fluency Disorders, 2018, 56: 69-80.
- [5] Beckman ME, Plummer AR, Munson B, et al. Methods for eliciting, annotating, and analyzing databases for child speech development[J]. Computer Speech & Language, 2017, 45: 278-299.
- [6] Ghio A, Pouchoulin G, Teston B, et al. How to manage sound, physiological and clinical data of 2500 dysphonic and dysarthric speakers?[J]. Speech Communication, 2012, 54(5): 664-679.
- [7] Jiang PP, Tobin J, Tomanek K, et al. Learnings from curating a trustworthy, well-annotated, and useful dataset of disordered English speech[C]. Proceedings of Interspeech 2024. ISCA, 2024. 2490-2493.
- [8] Sanguedolce G, Price CJ, Brook S, et al. SONIVA: Speech recOgnition Validation in Aphasia[J]. medRxiv, 2025. 2025.06.03: 25328889.
- [9] 王仁华, 夏德瑜, 倪晋富. 汉语语音识别数据库研制[J]. 自动化学报, 1992, 18(3): 376-378.
- [10] 徐彦君, 杜利民, 李国强, 等. 汉语听觉视觉双模态数据库CAVSR1.0[J]. 声学学报, 2000, 25(1): 42-49.
- [11] 赵剑, 王丽荣. 基于三维可视语音库的发音康复方法[J]. 长春大学学报, 2010, 20(2): 75-77.
- [12] 薛静, 刘爱姝, 王丽燕, 等. 中国听力语言康复科学杂志文献库建设初探[J]. 中国听力语言康复科学杂志, 2014, 11(5): 381-383.
- [13] 梁巍. 语料库语言学[J]. 中国听力语言康复科学杂志, 2010, 8(5): 57-60.
- [14] 张帆. 浙江中高职聋生汉字偏误语料库的建设[J]. 教育评论, 2013(3): 120-122.
- [15] 任媛媛, 赵晓驰. 手语语料数据的类型及其采集方法综述[J]. 现代特殊教育, 2023,(14): 70-77.
- [16] 吕会华, 吴铃, 张会文. 聋人汉语书面语语料库建设研究[J]. 中国特殊教育, 2010,(3): 31-33.
- [17] 陈凌云, 卢雪飞, 王玉玲, 等. 基于语料库的聋生汉语“是”字句偏误分析[J]. 中国听力语言康复科学杂志, 2024, 22(4): 388-392.
- [18] Yu J, Sun H, Tian XY, et al. How much does syntactic complexity

- contribute to the oral narrative performance of prelingually deaf Mandarin-speaking children with cochlear implants? [J]. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 2025, 68(1): 217-237.
- [19] Wan Y, Sun MY, Kang XC, et al. CDS: Chinese dysarthria speech database[C]. *Proceedings of Interspeech 2024*. ISCA, 2024. 4109-4113.
- [20] 朱云, 韩鹏, 张少强, 等. 基于构音训练的语言康复训练对听障儿童听觉言语能力及智力发育的影响[J]. *中国听力语言康复科学杂志*, 2024, 22(1): 87-90.
- [21] Yue ZJ, Barberis M, Patel T, et al. Challenges and practical guidelines for atypical speech data collection, annotation, usage and sharing: A multi-project perspective[C]. *Proceedings of Interspeech 2025*. ISCA, 2025. 3943-3947.
- [22] Brundage SB, Bernstein Ratner N, Boyle MP, et al. Consensus guidelines for the assessment of individuals who stutter across the lifespan[J]. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 2021, 30(6): 2379-2393.
- [23] Ullah R, Zhang S, Asif M, et al. Multimodal learning-based speech enhancement and separation: recent innovations, new horizons, challenges and real-world applications[J]. *Computers in Biology and Medicine*, 2025, 190: 110082.
- [24] Poorjam AH, Little MA, Jensen JR, et al. Quality control in remote speech data collection[J]. *IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing*, 2019, 13(2): 236-243.
- [25] Cheng L, Han J, Nasirov J. Ethical considerations related to personal data collection and reuse: trust and transparency in language and speech technologies[J]. *International Journal of Legal Discourse*, 2024, 9(2): 217-235.
- [26] Hasegawa-Johnson M, Zheng X, Kim H, et al. Community-Supported Shared Infrastructure in Support of Speech Accessibility[J]. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 2024, 67(11): 4162-4175.
- [27] Paullada A, Raji ID, Bender EM, et al. Data and its (dis)contents: A survey of dataset development and use in machine learning research[J]. *Patterns*, 2021, 2(11): 100336.
- [28] Gao YM, Feng XL, Li BX, et al. Advancing speech data collection and annotation: General methods, practical experience, and future perspectives [J]. *Journal of Shanghai Jiaotong University (Science)*, 2026, 1-8.
- [29] 王颇, 白静, 薛珮芸. 融合发音动作特征和声学特征的病理语音检测 [J]. *计算机工程与设计*, 2021, 42(3): 776-781.
- [30] Hidaka S, Lee Y, Nakanishi M, et al. Automatic GRBAS Scoring of Pathological Voices using Deep Learning and a Small Set of Labeled Voice Data[J]. *Journal of Voice*, 2025, 39(3): 846.e1-846.e23.
- [31] Triantafyllopoulos A, Schuller BW. Hearing aids in the era of foundation models[J]. *GMS Zeitschrift für Audiologie*, 2024, 6: 28-28.

收稿日期 2026-03-21

责任编辑 李思阳

(上接 228 页)

- [4] Hawthorne K. A meta-analysis of expressive prosody in cochlear implant users[J]. *Journal of Communication Disorders*, 2024, 110: 106431.
- [5] 张苏日娜, 戴衡钰, 李葆明, 等. 人工耳蜗植入儿童言语韵律研究进展 [J]. *听力学及言语疾病杂志*, 2025, 33(2): 188-191.
- [6] Jiang PP, Tobin J, Tomanek K, et al. Learnings from curating a trustworthy, well-annotated, and useful dataset of disordered English speech[C]. *Proceedings of Interspeech 2024*. ISCA, 2024. 2490-2493.
- [7] 国家卫生健康委员会, 等. 关于推进耳与听力健康工作的指导意见 [G]. 2025.
- [8] MeloKids. Multisensory VR System to Enhance Speech and Motor Coordination in Children with Hearing Loss[J/OL]. *arXiv preprint arXiv:2507.18619*, 2024.
- [9] Cieřla K, Wolak T, Amedi A. Neuronal basis of audio-tactile speech perception[EB/OL]. *bioRxiv*, 2024. <https://doi.org/10.1101/2024.08.16.608369>.
- [10] Ghio A, Pouchoulin G, Teston B, et al. How to manage sound, physiological and clinical data of 2500 dysphonic and dysarthric speakers?[J]. *Speech Communication*, 2012, 54(5): 664-679.
- [11] 邢亚静. 多感官训练指导师职业技能培训课件[Z]. 国作登字-2024-L-00038805, 2019.
- [12] Simmonds AJ, Leech R, Collins C, et al. Sensory-Motor Integration during Speech Production Localizes to Both Left and Right Planum Temporale[J]. *Journal of Neuroscience*, 2014, 34(39): 12963-12972.
- [13] Hickok G, Poeppel D. Area Spt in the Human Planum Temporale Supports Sensory-Motor Integration for Speech Processing[J]. *Journal of Neurophysiology*, 2009, 101(5): 2705-2713.
- [14] Wasilewski TP. Sensory integration and its significance for functioning and developing children speech[J]. *Pediatrica i Medycyna Rodzinna*, 2018, 14(1): 20-32.
- [15] Ayres AJ. *Sensory Integration and the Child*[M]. Los Angeles: Western Psychological Services, 1979.

收稿日期 2026-03-15

责任编辑 李思阳