

汉语方言声母声学特征研究综述

吴楠

安徽大学文学院，安徽 合肥

收稿日期：2026年4月7日；录用日期：2026年5月7日；发布日期：2026年5月25日

摘要

国内针对汉语方言辅音的实验性研究起步于20世纪60年代，研究内容涵盖了声学特性、听觉感知及生理机制等多个方面，目前已经积累了不少的研究成果。本文对21世纪以来汉语方言声母声学特征的研究成果进行梳理、评述，以期为未来的汉语方言辅音研究提供参考与启示。

关键词

汉语方言，声母声学特征，综述

A Review on the Acoustic Features of Consonantal Initials in Chinese Dialects

Nan Wu

College of Liberal Arts, Anhui University, Hefei Anhui

Received: April 7, 2026; accepted: May 7, 2026; published: May 25, 2026

Abstract

Experimental studies on consonants in Chinese dialects date back to the 1960s, covering the domains of acoustics, perception, and physiology, and have since yielded substantial results. This paper provides a review and critical assessment of the research on the acoustic characteristics of initials in Chinese dialects from the 2000s onward, with the goal of offering reference and inspiration for future studies on Chinese dialectal consonants.

Keywords

Chinese Dialects, Acoustic Characteristics of Initials, Review



1. 引言

国内汉语辅音和声学实验研究最早开始于 20 世纪 60 年代, 梁之安(1963) [1]分析了普通话中送气与不送气辅音的声学表现及其听觉辨认, 得出了“辅音的送气特性主要表现为所产生的噪声时程的长短”, 以及“送气辅音的时程长, 不送气辅音的时程短”的结论, 是国内最早的关于汉语辅音声学研究的文章。吴宗济(1964) [2]介绍了声学实验室常备仪器来作语音频谱的分析方法, 根据包络峰内所包含的三个谐波的频率和振幅的关系来计算共振峰的频率、振幅和宽带值, 并给出了便于计算的公式。

自此以后, 汉语方言辅音的声学实验研究论著不断增多, 研究内容从普通话拓展到汉语方言, 研究对象以塞音和塞擦音为主, 研究的主题主要聚焦在时域和频域两个方面。下文按照不同的研究主题来展开阐述。

2. 时长研究

时长是语音中的一项基本参数, 不同辅音在时长维度上也会表现出差异。时长的研究分析主要集中在确定时长参数及考察其影响因素两个方面。

时长参数, 学者们普遍关注的重点即 VOT 和 GAP, 它们是在分析研究塞音和塞擦音的声学特性时最主要的参数。VOT 即“嗓音起始时间”的简称, 它的确切含义众说纷纭。根据吴宗济、林茂灿(1989) [3]的观点, 其含义是“辅音与元音连接时发音器官交替活动, 即除阻开始与声带颤动开始的时间过程”。VOT 的语音学意义在于, 用这个参数可以区分三种塞音, 即不送气浊塞音、不送气清塞音和送气清塞音。GAP 即闭塞段时长, 一般指的是塞音、塞擦音从成阻到持阻阶段结束之间的时长, 这一段虽然没有声音, 但它反映了发音器官在发音过程中的动态变化, 是辨别塞音和塞擦音的主要标志。

关于时长参数的影响因素, 目前多从以下几个方面进行研究。

2.1. 发音部位

石锋(1983) [4]研究发现舌根塞音的 VOT 值最大, 比双唇音和齿龈音都大些; 并且关注到发音部位与闭塞时长的关系, 指出唇音的闭塞时间最长, 比齿音和舌根音都大。梁磊(2001) [5]从汉语普通话、部分方言、少数民族语言以及其他语言的塞音数据中来进一步证明这一结论, 即与其他部位的塞音相比, 舌根塞音的闭塞时长稍短, 嗓音起始时间显著增长, 除阻时常常发生双爆破或多爆破现象, 但在送气音中存在少数例外。在他引用的数据中, 北京话和苏州话的送气舌根塞音的 VOT 并不比送气双唇塞音和送气舌尖音的 VOT 长。冉启斌、石锋(2007) [6]通过对普通话单音节词进行声学分析, 对各声母 VOT 均值做出统计的同时结合其他学者的调查数据, 得出“在不送气音当中比较明显地存在部位效应, 即舌根位置爆发音的 VOT 长度显著长于双唇和舌尖部位爆发音的 VOT 长度, 但这一效应在送气音中相对较弱, 双唇爆发音和舌尖爆发音之间不存在这一效应”的结论。刘亚丽、齐娜等人(2023) [7]选取 4 个方言区共 107 名发音人的语音样本数据进行声学分析, 发现在同一发音方法下, 塞音组内舌尖部位在本组中最小, 舌根部位最大, 双唇部位居中, 而塞擦音组内, 在发音部位上没有呈现太大差异。冉启斌、石锋(2008) [8]使用 VOT 和 GAP 两个参数来建立塞音的声学格局, 并从声学格局的角度对北京话、苏州话、太原话以及水语中的塞音进行了分析, 得出 VOT 值分布和 GAP 值分布存在一定程度的补偿关系, 这种关系说明

二者并不是两个绝对独立的量，而是具有一定相互联系的平衡关系。

上述关于发音部位的研究表明，VOT 与 GAP 的取值并非仅由发音位置决定，同一部位在不同发音方法下可能表现出不同的时长特征。因此，在明确部位效应的基础上，还需进一步考察发音方法对时长参数的调节作用。

2.2. 发音方法

VOT 能够有效地区分塞音的发音方法。一般而言，送气塞音的 VOT 时长要大于不送气塞音，浊塞音的 VOT 为负值。并且，不同辅音的 GAP 长度也有区别。

陈嘉猷、鲍怀翘、郑玉玲(2002) [9]该文选取普通话动态腭位数据库 224 个双音节词录音，然后统计出各种发音方法和发音部位辅音 VOT 平均值。根据这个结果可以得出普通话中 VOT 能将塞音送气、不送气和塞擦音送气、不送气从类别上区分开来的结论。吴宗济(2004) [10]对普通话中塞音和塞擦音的送气和不送气现象进行综合比较，通过实验测量出送气音音长都比不送气的长。具体状况为塞音送气的长度约为不送气的 8 倍，塞擦音中约为 3 倍，在不送气音中，塞擦音长于塞音约 4 倍，而在送气音中只长半倍。石锋、冉启斌(2007) [11]对中和水语的不送气清音、送气清音、前喉塞浊音和鼻冠浊音四类不同发音方法的塞音进行考察，分析出清送气塞音的 VOT 平均值要比清不送气塞音长得多，前喉塞音和鼻冠塞音的 VOT 均为负值。同时清送气塞音闭塞段时长比清不送气塞音短，前喉塞浊音闭塞段时长比清不送气塞音短，最短的是鼻冠塞音，因而总结出不同类别塞音的差异是成系统的。周学文、郑玉玲(2007) [12]通过生理的和声学的两种方法统计和比较了普通话双音节词中第二音节辅音闭塞段(GAP)的时长，在文中发现普通话中有部分不送气音的闭塞段要小于送气音，同时指出不送气辅音的闭塞段比较稳定，离散度最小的辅音是鼻音[n]。冉启斌(2017) [13]对塞擦音的时长性质进行研究，通过测量 6 个塞擦音的闭塞段时长和摩擦段时长，得出塞擦音无声闭塞段的长度都小于有声摩擦段的长度，在无声闭塞段中，不送气塞擦音的闭塞段一般长于送气塞擦音的闭塞段的结论。同时将其与塞音的 VOT 和 GAP 进行对比，发现不送气/送气塞擦音的有声摩擦段比相应的不送气/送气塞音的 VOT 都要长，送气塞擦音的 GAP 值总体来说比不送气塞音的 GAP 值要低，但是和送气塞音的 GAP 值接近或略高，不送气塞音和送气塞音在 GAP 值上的差异，在不送气塞擦音和送气塞擦音中也仍然存在，但是发生了一定程度的缩小。

此外，也有一些对浊塞音的声学特征进行分析的文章。石锋(1983) [4]用声学实验的方法对苏州话清浊塞音声母进行分析，测量出单字音开头位置浊塞音的 VOT 平均值为正值，与不送气清塞音的平均值相差仅三毫秒，总结出 VOT 值无法区分苏州话开头位置的不送气清塞音和浊塞音，同时通过测量中间位置塞音声母的 GAP 值，得出浊塞音的静止间隔比清塞音小，二者之间的差别较为显著。胡方(2001) [14]也发现在大多数情况下温州话浊塞音的 VOT 均大于零，与清不送气塞音区别不大，只有在音节间的浊音均为真浊音。并且由于 VOT 理论无法区分送气浊塞音与不送气浊塞音，针对这一理论局限，孙锐欣(2007) [15]提出 V_{cOT} (嗓音起始时间)和 V_{wOT} (元音起始时间)两个参数，目前尚待进一步验证。

发音方法在很大程度上决定了 VOT 与 GAP 的基本时长范围，例如送气音的 VOT 显著长于不送气音、清塞音的 GAP 与浊塞音存在差异等。然而，这些由发音方法所决定的时长特征并非是固定的，而是在实际语流中会受到相邻语音环境的影响。其中，后接元音作为塞音除阻后紧接着出现的音段，其声学属性，如元音的高低、前后，直接影响到声带颤动的启动时机与能量积累过程，从而对 VOT 产生一定的影响。

2.3. 后接元音

后接元音的差异也会在一定程度上对辅音的 VOT 产生影响。任宏谟(1981) [16]将北京话后接元音简

单分为[a]、[i]、[u]三种情况,对比几位发音人的 VOT 平均数值,得出“后接闭元音要比后接开元音的 VOT 值大”的结论。冉启斌、石锋(2007) [6]将声母后接元音拓展至[a]、[i]、[u]、[ə]、[o]五种情况,按 6 个塞音声母后接不同音素测量出 VOT 均值。研究发现,任宏谟所得出的结论在文章中只适用于部分声母,并且同时发现,爆发音后接第一个音素为前高元音[i]时,VOT 变化不明显,而后接后高元音[u]时,往往使双唇爆发音 VOT 变长,对舌根爆发音也有增长的趋势,但不如前者明显,对舌尖爆发音则没有影响。因此后高元音[u]对前接声母 VOT 的影响是成部位的。王丹丹(2014) [17]将不同塞音声母后接[a]、[i]、[u]、[ə]、[o]、[e]六种元音来对比其 VOT 均值的变化,得出类似的想法,即任宏谟的结论只适用于部分声母。

综上所述,发音部位、发音方法和后接元音这三种因素对 VOT 与 GAP 的影响并非是孤立的,而是呈现出一定的交互关系。发音方法决定了时长参数的基本范围,发音部位在同一方法内部进一步细化,后接元音对前两者的作用进行局部调整。三者的共同作用,构成了塞音与塞擦音时长的完整声学特征。

3. 共振峰研究

时长研究主要关注辅音在时间维度上的特征,而辅音的声学特性不局限于时长层面,还反映在频率维度上。共振峰研究正是从频率角度出发,揭示辅音与元音之间的协同发音关系,以及浊辅音自身的声学属性。

对辅音的共振峰研究主要有两个方向:其一是辅音对后接元音共振峰频率产生的影响,也就是过渡音征的相关研究;其二是针对浊辅音本身的共振峰频率特征所开展的研究。

3.1. 过渡音征

过渡音征反映了发音器官从辅音部位转移到元音部位的过程,这一过程呈现出一定的规律性。根据吴宗济、林茂灿(1989) [3]指出,音征一般以同元音的 F_2 和 F_3 相接的两个共振峰流程为主要信息,称为 T_2 和 T_3 。不同元音的 F_2 、 F_3 有其特定频率,而辅音又有其特定的强频集中区,因而过渡音征的频率并不总是平稳的,而是有升降变动的。同时,还总结出“辅音不变而元音发生变化,音轨走向仍指向一点,辅音变了,音轨就会不同”。

颜景助(1992) [18]对 6 位男发音人念的普通话清塞音声母音节进行声学分析,研究发现:两类不同清塞辅音(送气的和不送气的)对元音共振峰曲线起点频率的贡献明显不同。在负过渡时, $[p^h]$ 、 $[t^h]$ 、 $[k^h]$ 后元音共振峰曲线起点频率一般低于相同发音部位的 $[p]$ 、 $[t]$ 、 $[k]$ 后元音共振峰曲线的起点频率,在正过渡时, $[p^h]$ 、 $[t^h]$ 、 $[k^h]$ 后元音共振峰曲线起点频率一般高于相同发音部位的 $[p]$ 、 $[t]$ 、 $[k]$ 后元音共振峰曲线的起点频率。范金武(2008) [19]依次分析了太原话塞音、塞擦音、鼻音后接元音的过渡音征。他根据各类声母后接不同元音的前三个共振峰的数据,绘制相应的共振峰模式图,再分别对模式图中后接元音的音征走势进行分析,较为全面、直观地展示了辅音对后接元音的共振峰频率的影响。

3.2. 浊辅音共振峰研究

辅音的共振峰指辅音在频谱上能量较强的几个特定频率区域,其产生机制与元音共振峰一致,都是由发音过程中声道形状决定的。对于浊辅音而言,其在语谱图上表现为低频区域的一条较宽的横向条纹。虽然这条横杠与元音的共振峰条纹在外观上十分相似,但能量明显更弱,并且在与后续元音连接处会出现明显的中断或断层,这一特征在语谱图上比较容易辨识。Peter Ladefoged 曾指出,从声学的角度看,鼻音和边音的共同之处是有较低的振幅和与元音之间的“断层”现象,不同之处在于边音的共振峰,尤其是第二共振峰较为稳定,可以用来区别不同发音部位的边音。曾婷(2006) [20]通过声学研究发现 $[n]$ 和 $[l]$ 的第一和第二共振峰有显著区别,尤其是第二共振峰:前者为 2063 HZ,后者是 1311 HZ,而第三共振峰则

没有。

4. 频谱研究

共振峰研究侧重于辅音与元音交接处的频率过渡特征，频谱研究则进一步聚焦于辅音自身噪声能量的频率分布情况，从而为不同的辅音提供更细致的区分依据。

频谱重心是描述辅音噪声能量在频率轴上分布集中位置的声学参数，它反映了辅音发音时能量主要集中在哪个频率区域。辅音在频谱上的能量分布会因其发音部位的不同而呈现出差异，通常集中在不同的频率区间。通过测量辅音能量的分布情况，能够对辅音的声学特征进行系统分析。

鲍怀翘、周植志(1990) [21]在对佤语浊送气辅音进行分析的同时，对比分析了清送气辅音的声学特性，指出清送气塞音[tʰ]为舌尖送气音，发音部位较为靠前，因此在高频部位有较强的噪声能量，随着口腔的逐步打开，强频区逐渐下降。石峰、冉启斌(2007) [11]在测量频谱的能量差上采用不同的方法，预测基频与第二谐波的能量差来考察不同的辅音使后接元音的频谱出现的差异。研究发现，中和水语的清不送气塞音、鼻冠塞音后紧接的元音谐波能量差都为负值，表明其为正常元音，前面的声母没有对元音产生气化作用；送气清塞音之后的元音谐波能量差为正值，表明前面声母的送气作用很明显；前喉塞音有不同的表现，反映出前喉塞音的发音不稳定状态。冉启斌(2008) [22]选用谱重心和分散程度两个参量作为考察对象，对普通话中的 5 个清擦音的声学空间进行了分析。指出普通话的 5 个清擦音在声学空间中可以分为两类，谱重心高而分散程度小、分布范围小的一类[s]、[ç]、[ʃ]；谱重心低而分散程度大、分布范围大的一类[f]、[x]。得出除了[s]和[x]的区别很小之外，利用谱重心和分散程度两个参量能将有擦音进行有效地区分。孔江平(2015) [23]指出，谐波分析法在声学原理上的根据是声源能量谱的特性，即声源谱高频能量强会导致第二、第三谐波的能量大于第一谐波的能量。可以通过测量第一、第二谐波的能量来判断噪声发音类型的不同，具体表现为：第一谐波大于第二谐波以上的谐波，其声源谱高频能量弱，声源能量下降得很快；第二谐波大于第一谐波，声源谱高频能量强，声源能量下降得很慢。同时强调在使用这种方法时，要注意共振峰对谐波能量的影响，最好选择第一共振峰较高的元音。冉启斌(2017) [13]对北京话 6 个塞擦音有声摩擦段的谱重心和分散程度进行测量，得出不送气塞擦音的谱重心大于送气塞擦音的，送气塞擦音的分散程度大于不送气塞擦音的两条结论。同时，将塞擦音的摩擦段与单纯擦音进行比较，认为从声学性质上看，与单纯擦音相比，塞擦音中擦音部分的分散程度有不同程度增大的倾向。尤其是送气塞擦音，其中的擦音部分在谱重心上有比较明显的降低，在分散程度上也有比较明显的增大。

5. 总结

国内汉语方言辅音的实验研究自 20 世纪 60 年代起步，历经数十年的发展，已从最初的普通话辅音声学分析拓展至多方言、多领域的综合研究。

本文对 21 世纪以来国内汉语方言声母声学特征的研究成果进行了系统梳理与评述。国内汉语辅音声学实验研究以塞音和塞擦音为主要对象，围绕时长(主要是 VOT 与 GAP)、共振峰和频谱三大参数，系统揭示了发音部位、发音方法及后接元音对辅音声学特征的影响规律。然而，现有研究仍存在一定的空白：研究对象高度集中于塞音和塞擦音，对擦音、鼻边音、半元音等类型的辅音关注明显不足；语料以单音节或双音节词为主，缺乏自然连续语流中的动态变异分析等。未来研究可构建融合时长、频谱等多维参数的声学空间，同时结合合成语音感知实验与音系学理论，明确各参数在范畴感知中的权重，从而推动汉语辅音研究从静态描述走向动态化、多维化、系统化及感知驱动的综合范式。

参考文献

- [1] 梁之安. 汉语普通话中声调的听觉辨认依据[J]. 生理学报, 1963(2): 85-92.

- [2] 吴宗济. 普通话元音和辅音的频谱分析及共振峰的测算[J]. 声学学报, 1964(1): 33-40.
- [3] 吴宗济, 林茂灿. 实验语音学概要[M]. 北京: 高等教育出版社, 1989.
- [4] 石锋. 苏州话浊塞音的声学特征[J]. 语言研究, 1983(1): 49-83.
- [5] 梁磊. 舌根塞音声学特征初探[J]. 保定师专学报, 2001(1): 67-69.
- [6] 冉启斌, 石锋. 普通话单音节中爆发音的 VOT 分析[J]. 南开语言, 2007(2): 21-31+154.
- [7] 刘亚丽, 齐娜, 陈静, 等. 普通话辅音噪音起始时间 VOT 的声学统计分析[J]. 中国传媒大学学报(自然科学版), 2023, 30(3): 15-23.
- [8] 冉启斌, 石锋. 塞音的声学格局分析[C]//第八届中国语音学学术会议暨庆贺吴宗济先生百岁华诞语音科学前沿问题国际研讨会论文集. 天津: 南开大学汉语言文化学院, 2008: 743-748.
- [9] 陈嘉猷, 鲍怀翘, 郑玉玲. 普通话中塞音、塞擦音噪音起始时间(VOT)初探[C]//中国声学学会 2002 年全国声学学术会议论文集. 北京: 中国社会科学院民族研究所, 中国社会科学院民族研究所, 2002: 415-416.
- [10] 吴宗济. 吴宗济语言学论文集[M]. 北京: 商务印书馆, 2004.
- [11] 石锋, 冉启斌. 中和水语四套塞音的声学考察[J]. 民族语文, 2007(2): 52-59.
- [12] 周学文, 郑玉玲. 普通话辅音闭塞段(GAP)时长统计分析[C]//第九届全国人机语音通讯学术会议论文集. 北京: 中国社会科学院民族学与人类学研究所语音研究室, 2007: 502-507.
- [13] 冉启斌. 北京话塞擦音的声学格局分析[J]. 中国语文, 2017(4): 459-467+511-512.
- [14] <https://xueshu.baidu.com/ndsolar/browse/detail?paperid=85a71ed077bc4d4b0abe67a3169b71c3>
- [15] 孙锐欣. 辅音发音过程的时间关系探索[J]. 语言科学, 2007(5): 17-22.
- [16] 任宏谟. 北京话塞音特性研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 中国社会科学院研究院, 1981.
- [17] 王丹丹. 山东龙口方言语音实验研究[D]: [硕士学位论文]. 兰州: 西北师范大学, 2014.
- [18] 颜景助. 普通话清塞音声母音节中元音共振峰模式及其协同发音的研究(英文) [C]//1992-1993 年语音研究报告. 1993: 31-55.
- [19] 范金武. 太原话塞音、塞擦音、鼻音的声学分析及比较研究[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京师范大学, 2008.
- [20] 曾婷. 湘乡方言[n]和[l]的气流与声学分析[C]//第七届中国语音学学术会议暨语音学前沿问题国际论坛论文集. 2006: 74-77.
- [21] 鲍怀翘, 周植志. 佤语浊送气声学特征分析[J]. 民族语文, 1990(2): 62-70.
- [22] 冉启斌. 汉语普通话清擦音的声学空间分析[C]//第八届中国语音学学术会议暨庆贺吴宗济先生百岁华诞语音科学前沿问题国际研讨会论文集. 天津: 南开大学汉语言文化学院, 2008: 737-742.
- [23] 孔江平. 实验语音学基础教程[M]. 北京: 北京大学出版社, 2015.