

基于共振峰及唇形数据的普通话特殊韵母的四呼分析

摘要:

本研究基于普通话韵母开齐合撮“四呼”的经典音韵学框架，利用多模态数据驱动的方法，考察了音韵地位有歧义和发音不稳定的四个特殊韵母（o、ong、ueng、iong）的四呼归属及其在不同发音人之间的变体表现。实验同步采集了10名发音人的唇部运动视频与音频，提取了前三个共振峰参数与主要的唇形几何参数（唇宽度、唇圆度、唇开度），并结合K-Means无监督聚类与主成分分析（PCA）进行量化验证。聚类分析首先证实了ong与iong的四呼属性在不同发音人之间具有高度的稳定性：ong在声学及唇形双重维度上均稳定聚类于以[u]为核心的合口呼组，而iong则明确归属于以[y]为核心的撮口呼组，量化证据支持将其分别视为合口与撮口韵母的观点。针对o与ueng，共振峰及唇形数据揭示了显著的个体发音差异。对于韵母o，在实验样本中表现出对声母环境的高度敏感性，及向合口呼演变的强烈趋势。在有声母拼合的条件下，该韵母呈现出高度的合口化特征，75%的发音人将其实现为带有显著动程的后高圆唇双元音[uo]，仅25%的发音人保持单元音[o]的读法；而在零声母条件下，其发音形式更为离散：虽然保留单元音[o]的比例回升至50%，但仍有37.5%的发音人读作[uo]，甚至观测到12.5%的发音人将其极端变体化为[ou]。这种在优势语境下向[uo]转化的倾向，是导致韵母o在多模态特征空间中与合口呼重叠度极高的物理成因（注：有两位发音人漏读了o韵母这一列的其他例字，仅读了零声母字）。对于韵母ueng，数据解释了其在传统四呼分类中唇形参数高离散度的物理成因，且发音人明显分化为两类。一类（60%）将韵头实现为圆唇元音[u]，符合合口呼特征；另一类（40%）则将其实现为唇齿近音[v]。[v]的介入显著改变了唇部几何形态（降低了唇圆度，增大了唇宽度），导致该韵母在共振峰及唇形特征空间中处于合口呼的边缘地带。本研究不仅验证了四呼分类的生理与声学基础，更通过多模态手段捕捉到了特殊韵母在现代普通话中的精细发音变异。研究表明，o的合口化倾向与ueng的唇齿化变体是导致这两类韵母四呼属性模糊的主要动因。

关键词: 普通话; 四呼; 韵母; 共振峰; 唇形