



# Optimizing Chinese Pronunciation Instruction for Portuguese-Speaking Learners: a Data Science and AI-Integrated Approach

---

Zhang Jin Ping and Xiaohui Zou

EasyChair preprints are intended for rapid dissemination of research results and are integrated with the rest of EasyChair.

September 11, 2024

# 针对葡萄牙母语者汉语发音教学：结合数据科学与 AI 的优化方法

张进萍<sup>1</sup> 和 邹晓辉<sup>2,3</sup> \*<sup>[0000-0002-5577-8245]</sup>

<sup>1</sup> 澳门理工学院语言及翻译学院，中国澳门

<sup>2</sup> 中美赛尔研究中心，横琴仁山路 100 号 1 号楼，广东 519000，中国

<sup>3</sup> 北京大学跨学科知识建模课题组，北京 100871，中国

电子邮箱：949309225@qq.com；zouxiaohui@pku.org.cn

**摘要：**本文旨在通过融合数据科学与人工智能技术，提升对葡萄牙语母语者的汉语发音教学。针对这些学习者在声调发音上遇到的挑战，本研究采用三组对比分析方法：人机协作、人际互助以及利用 AI 工具的个人自助。研究结果揭示了每种方法的优势与局限。本研究的意义在于：它突出了人机协作时代的特点，强调了从数据科学角度优化汉语发音教学的必要性和重要性，并向汉语作为外语（CFL）领域的教育者和研究人员预示，大数据与 AI 将对 CFL 教学乃至整个教育领域产生深远影响。

**关键词：**汉语发音教学，CFL（汉语作为外语），数据科学，AI 融合，声调误读，葡萄牙语母语者，人机协作。

## Optimizing Chinese Pronunciation Instruction for Portuguese-Speaking Learners: A Data Science and AI-Integrated Approach

Jinping Zhang<sup>1</sup> and Xiaohui Zou<sup>2,3</sup> \*<sup>[0000-0002-5577-8245]</sup>

<sup>1</sup> Faculty of Language and Translation, Macau Polytechnic University, Macau, China

<sup>2</sup> SINO-US Searle Research Center, Building 1, No. 100 Renshan Road, Hengqin, Guangdong 519000, China

<sup>3</sup> Interdisciplinary knowledge modeling research group, Peking University, Beijing 100871, China

mailto: 949309225@qq.com ; zouxiaohui@pku.org.cn

**Abstract:** This paper focuses on enhancing the teaching of Chinese pronunciation to Portuguese-speaking learners through the integration of data science and artificial intelligence (AI). By examining tone mispronunciation challenges faced by these learners, the study employs a comparative analysis involving three groups: human-machine collaboration, interpersonal assistance, and individual self-aid utilizing AI tools. The findings reveal the strengths and limitations of each approach. The significance of this research is multifaceted: it underscores the distinctiveness of the human-machine collaboration era, emphasizes the necessity and importance of optimizing Chinese pronunciation teaching from a data science perspective, and alerts educators and researchers in the field of Chinese as a foreign language (CFL) to the transformative impact of big data and AI on CFL instruction and broader education.

**Keywords:** Chinese pronunciation instruction, CFL (Chinese as a foreign language), data science, AI integration, tone mispronunciation, Portuguese-speaking learners, human-machine collaboration.

## 一、引言

本文的核心议题是针对葡萄牙语母语者的汉语发音教学优化，特别是在数据科学与人工智能技术日益成熟的背景下进行探索。随着全球化的不断深入，越来越多的葡萄牙语母语者开始学习汉语，但他们在声调发音上常常遇到挑战。为了有效解决这一问题，本研究从数据科学的角度出发，结合最新的人工智能技术，旨在提出更为高效、精准的汉语发音教学策略。

本研究旨在通过三组紧密相关但又各具特色的对比分析方法，深入探讨人机协作、人际互助以及利用 AI 工具的个人自助这三种教学模式在汉语发音教学中的应用效果。这些对比分析不仅涵盖了传统的基于规则的专家知识系统，还融入了基于统计、机器学习和深度学习的大数据处理技术，如新一代的人工智能 GPT+、LLM+ 等。通过这些对比分析，期望能够揭示出每种教学方法的优势与局限，为针对葡萄牙语母语者的汉语发音教学提供有益的参考和启示。

## 二、正文

在全球化日益加深的今天，汉语作为第二语言的学习者群体不断扩大，其中，葡萄牙语母语者占据了一定的比例。然而，对于这部分学习者而言，汉语声调的学习成为了一大难题。本文旨在通过融合数据科学与人工智能技术，探索针对葡萄牙语母语者的汉语发音教学优化方法，特别是针对声调误读问题的解决策略。通过三组对比分析，即人机协作、人际互助以及利用 AI 工具的个人自助，本研究期望能够揭示出每种教学方法的优势与局限，为汉语作为外语（CFL）的教学提供有益的参考。方法论述与实验设计：本研究采用了三组紧密相关但又各具特色的对比分析，以深入探讨不同教学模式在汉语发音教学中的应用效果。以下是对各组实验的详细论述：

### 2.1 人机协作组：基于 ChatGPT4 的对话结果分析

在本组中，采用了 ChatGPT4 这一先进的人工智能系统，与研究者 Zou 进行对话，共同探讨如何优化针对葡萄牙语母语者的汉语发音教学。通过提问与回答的形式，获取人工智能系统对于这一问题的广义经验。

系统回答指出，通过收集学习者的发音数据，进行特征提取和模型构建，可以深入分析学习者的声调问题，并提供个性化和有效的教学方法及工具。这一过程涉及数据科学在汉语声调教学中的应用，包括数据收集、特征提取、模型构建以及教学策略的制定。系统还强调了母语与汉语声调系统之间的差异对学习者的影响，以及通过机器学习和深度学习技术来解决这些问题的可能性。

#### 实验步骤与结果分析：

数据收集：收集葡萄牙语母语者在学习汉语声调过程中的发音数据。

特征提取：利用语音信号处理和文本对齐技术，提取学习者的声调特征。

模型构建：构建机器学习模型，用于分析学习者的声调误读问题。

教学策略设计：根据模型分析结果，设计个性化的教学策略和工具，帮助学习者纠正声调误读。

实验结果表明，通过人机协作的方式，可以实现对学习者的声调问题的精准分析，并提供个性化的教学方案。然而，这种方法也存在一定的局限，如数据收集的难度和准确性问题，以及模型构建的复杂性和泛化能力等。

### 2.2 人际互助组：基于 ChatGPT 的对话结果分析

在本组中，采用了 ChatGPT 聊天机器人系统，与研究者 Zou 进行对话，进一步探讨了汉语发音教学的问题。通过提问与回答的形式，获取关于教学材料选择、发音准确性、练习

方法以及语言文化强调等方面的建议。

系统回答指出，在教学过程中，选择适合的教材和教学材料，对于成功教学至关重要。针对葡萄牙语母语者学习汉语声调的问题，可以选择一些包含声调练习和测试的教材。同时，教师需要注意发音的准确性，通过发音测试和反复练习来帮助学习者正确发音。此外，提供多种练习方法、强调语言和文化也是提高学习者声调掌握能力的有效策略。

#### **实验步骤与结果分析：**

**教学材料选择：**根据学习者的特点和需求，选择适合的教材和教学材料。

**发音准确性训练：**通过发音测试和反复练习，帮助学习者提高发音的准确性。

**多种练习方法：**提供模拟对话、图片、音频和视频等多种练习方法，帮助学习者掌握不同的发音和声调。

**语言文化强调：**在教学过程中强调语言和文化的重要性，帮助学习者更好地理解和掌握汉语发音及声调。

实验结果表明，通过人际互助的方式，可以提供更加贴近学习者实际需求的教学方案和练习方法。然而，这种方法也依赖于教师的专业水平和教学经验，以及学习者的学习态度和积极性。

### **2.3 个人自助组：基于自我提问与回答的分析**

在本组中，研究者 Jinping Zhang 和 Xiaohui Zou 共同对针对葡萄牙语母语者的汉语发音教学进行深入的自我提问与回答。通过这一过程，总结了现有研究的不足和针对性教学策略的重要性。

自我回答指出，葡萄牙语作为非声调语言，母语者在学习汉语时容易受到母语的负迁移影响，形成声调误读的概念化现象。因此，在教学初期就需要克服母语的干扰，建立正确的普通话声调形象。同时，针对葡萄牙语母语者的特点，需要制定相应的教学策略和方法，如通过身体语言特别是手势来指示音高的方向并同时读出声调，以纠正和稳定声调。此外，还需要加强词汇和句子的声调练习，帮助学习者形成稳定的声调概念并熟练掌握声调的使用。

#### **实验步骤与结果分析：**

**克服母语干扰：**在教学初期注重克服母语的干扰，帮助学习者建立正确的普通话的声调形象。

**针对性教学策略：**根据葡萄牙语母语者的特点制定相应的教学策略和方法，如使用手势辅助发音等。

**加强声调练习：**通过词汇和句子的声调练习，帮助学习者熟练掌握声调的使用。

**效果评估与反馈：**定期对学习者的学习效果进行评估和反馈，及时调整教学策略和方法。

实验结果表明，通过个人自助方式，学习者可以更加自主地掌握汉语发音及声调的学习方法和技巧。然而，这种方法也要求学习者具备一定的自我学习能力和时间管理能力。

#### **结果与讨论：通过三组对比分析，得出了以下结论：**

**人机协作的优势与局限：**人机协作的方式可以实现对学习者的声调问题的精准分析，并提供个性化的教学方案。然而，数据收集和模型构建的难度以及泛化能力等问题仍需要解决。

**人际互助的优势与局限：**人际互助的方式可以提供更加贴近学习者实际需求的教学方案和练习方法。但这种方法依赖于教师的专业水平和教学经验以及学习者的学习态度和积极性。

**个人自助的优势与局限：**个人自助的方式可以激发学习者的自主学习能力和时间管理能力。但要求学习者具备一定的自我学习能力，并且需要定期进行学习效果评估和反馈。

综上所述，针对葡萄牙语母语者的汉语发音教学优化需要结合数据科学与人工智能技术，并综合考虑人机协作、人际互助以及个人自助等多种教学模式的优势与局限。通过不断探索和实践，可以为汉语作为外语（CFL）的教学提供更加科学、有效和个性化的方法和策略。同时，也应该意识到大数据与 AI 将对 CFL 教学乃至整个教育领域产生深远影响，积极应对

这一挑战和机遇。

以下是对有经验的教师做的工作回顾，以便更好地做对照分析。

表 1. 使用具有直观图像的词汇加强声调记忆

1 声调[55]	2 声调[35]	3 声调[214]	4 声调[51]
花(huā)=flowers	魚(yú)=fish	水(shuǐ)=water	跳(tiào)=jump
山(shān)=mountain	雲(yún)=cloud	雨(yǔ)=rain	樹(shù)=tree
雞(jī)=chicken	羊(yáng)=sheep	狗(gǒu)=dog	叫(jiào)=barking
聽(tīng)=listening	讀(dú)=reading	寫(xiě)=writing	問(wèn)=asking

当读到“花”时，用手势表示平坦宽广的土地上开满了花。读到“鱼”时，用手势示意鱼跳出水面。读到“水”时，做手势示意鱼跳进水里再跳出水面。读到“跳”时，做出运动员跳水的动作。“山、云、雨、树”以及“鸡、羊、狗、叫”也可以用作同样生动的比喻。还有“听、读、写、问”这些学生们每天都会遇到的词汇。在读这些音调时，可以使用手势示意学生听、读、写、问。你还可以通过将词汇打乱顺序来练习，以便熟练掌握音调。这些容易引发联想的事物[11]会使学生潜移默化地加深对音调形象的记忆，同时产生相关联想以记住音调。学生还可以用自己的和同学的中文名字来练习语调，以加深对语调的印象。这样做可以轻松激发学生的语调练习积极性，因为他们不喜欢念错自己的中文名字。在记忆过程中，你可以通过肢体语言来加强记忆，使音调的音高对比逐渐在你的脑海中稳定下来。在掌握了单音节词汇的语调后，我们将从双音节词汇过渡到短语，再进一步到句子和段落，以确保在准确的基础上持续扩展和稳步进步。此外，结合听力辨别和校准，同步练习也是加强语调的更有效手段。图 1 是普通话声调朗读示意图

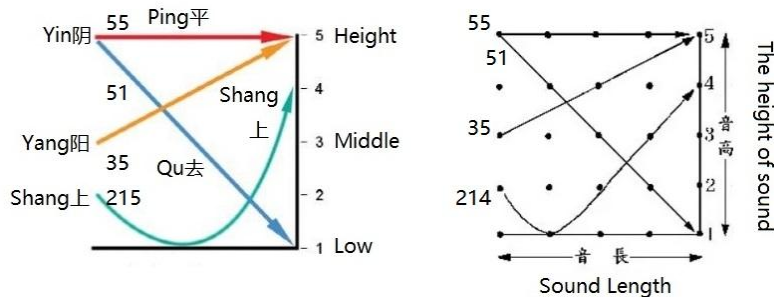


图 1. (a) 第一张图片是彩色的; (b) 第二张图片是黑白的。四个音调分别为[55,35,214,51]。

关于上声及其变调教学[12]: 上声的变调模式基本有规律。上声主要有两种发音方式: 完整的上声和半上声。在正确掌握上声的基本发音后, 我们来谈谈上声的变调。上声的变调规则如下: (1) 双音节词中第一个音节变为平调: (33 读作 23)。 (2) 当三个音节一起读时, 如果前两个音节的意义紧密结合, 那么这两个音节都会变为平调: (333 读作 223)。 (3) 当三个音节一起读时, 如果后两个音节的意义紧密结合, 第二个音节会变为平调: (333 读作 323)。当上声音节连续读出时, 如果词义相近, 则会读作升调。

表 2. 音调[214]的三组示例:

(1) 3[214] as 33 reading 23	(2) 3[214] as 333 reading 223	(3) 3[214] as 333 reading 323
管理(guǎnlǐ)	洗脸水(xǐliǎn shuǐ)	打雨伞(dǎ yǔsǎn)
= management	= face washing water	= with an umbrella
雨伞(yǔsǎn)	管理好(guǎnlǐ hǎo)	好管理 (hǎo guǎnlǐ)
= umbrella	=management good	= good management

如果遇到全是辅音的句子, 根据词汇和意义的组合关系和紧密度进行分段。然后按照上

述使用数字标识四个音调的公式依次进行变调。“一”和“不”的语调及其变调教学：初学者在学习中文时，在读到“一”和“不”的音调时会遇到这个问题，学生不知道何时以及该读什么音调。除了解释“一”的原音调是平调，“不”的原音调是去声外，还应强调“一”和“不”的变调取决于其后词语的音调。“一”和“不”的发音和变调规则如下：(1)“一”的发音和变调。(2)“不”或“否”的发音和变调。(3)在三个字中，“一”和“不”夹在中间时，一般读得较轻。

表 3. “一”和“不”的变调取决于其后词语的音调

(1)“一”= one or yi; (2)“不”= no or bu; (3)“一”and“不”
一样 (yíyàng)=the same, 一定 (yíding)=certain, 一问 (yíwèn)=one question
一般 (yì ban)=general, 一同 (yìtóng)=together, 一碗 (yì wǎn)=a bowl
不用 (bú yòng)=don't use, 不去 (bú qù)=don't go, 不问(búwèn)=don't ask
听一听(tīng yi tīng)=listen,读一读(dúyi dú)=read
说不说(shuo bu shuo)=say or not,来不来(lái bu lái)=come or not

### 三、结果与结论

本研究通过综合分析，明确了在针对葡萄牙语母语者进行汉语声调教学时，人机协作、人际互助以及利用 AI 工具的个人自助这三种主要方法各自具有的优势和局限性。研究结果凸显了将智能系统研究与人际及人机互动相结合的新颖理念和方法的有效性，为解决葡萄牙语国家零基础汉语学习者在声调误读方面的问题提供了宝贵的教学策略见解。

本研究基于作者有效的汉语作为外语的语音教学纠正策略，重点关注了来自葡萄牙语背景的学生在学习汉语普通话声调时普遍出现的误读现象。认识到声调教学是汉语作为外语（CFL）教学中口语习得的基础和重点，对于确保学习者未来能够准确掌握口语至关重要，因此本研究强调了教师了解学生母语语音特征的重要性。通过对比分析葡萄牙语和汉语的发音，教育者可以定制教学方法，以更好地应对这些学习者面临的特定挑战。

表 4. 将 2、3、4 音调现象误读为 1 的第一阶段。

1(误读如下)	2(正确音调)	3(正确音调)	4(正确音调)
“汪”(wāng)[55]	“王”(wáng)[35]		
“窝”(wō)[55]		“我”(wǒ)[214]	
“商”(shāng)[55]			“上”(shàng)[51]

表 5. 将 3、1、4 音调现象误读为 1、2、3、4 的第二阶段。

1[55]	2 [35]	3 [214]	4 [51]
1(误读如下)	2(误读如下)	3(正确音调)	
“捞”(lāo)[55]	“劳”(láo)[35]	“老”(lǎo)[214]	
1(正确音调)		3(误读如下)	4(误读如下)
“师”(shī) [55]		“使”(shǐ) [214]	“是”(shì) [51]
1(误读如下)	2(误读如下)		4(正确音调)
“憨”(hān)[55]	“韩”(hán)[35]		“汉”(hàn) [51]
	2(误读如下)	3(正确音调)	4(误读如下)
	“鱼”(yú)[35]	“语”(yǔ)[214]	“玉”(yù)[51]

这个四元关系式涵盖四组单音节的汉字发音的不同音调。故暂且称之为汉字化的素数或质数（P 进制）与算术数字（十进制或二进制）两大类集合的函数关系见通讯作者的专论。

$$aw + bx + cy + dz = 0 \quad (1)$$

本研究还强调数据科学和人工智能时代在优化汉语发音教学中的重要性。它突出了利用数据科学提升 CFL 教学的必要性和重要性，同时提醒该领域的教育者和研究人员，大数据和人工智能将对 CFL 教学乃至整个教育领域产生深远影响。

本文所探讨的结合数据科学与 AI 的汉语发音教学方法，不仅为针对葡萄牙语母语者的汉语教学提供了新的视角和工具，也为整个汉语作为外语教学的领域带来了革新性的启示。通过深入分析学生母语与汉语的语音特征，以及利用数据科学手段对学生学习过程中的误读现象进行精准识别与纠正，我们能够实现教学策略的个性化和精准化，从而提高教学效率和学习成效。

本文强调的教师角色转变也具有重要意义。在大数据与 AI 时代背景下，教师不仅需要具备扎实的专业知识和教学技能，还需要不断学习和掌握数据科学的相关知识，以便更好地利用现代科技手段辅助教学。这种转变不仅是对教师个人能力的挑战，也是对整个教育体系的挑战，要求我们在培养目标、课程设置、教学方法等方面进行全面的改革与创新。

综上所述，结合数据科学与 AI 的汉语发音教学方法为针对葡萄牙语母语者的汉语教学提供了新的思路和方法，对于推动汉语国际教育的现代化、科学化、个性化发展，具有重要意义。未来，应继续深入研究大数据与 AI 在汉语教学中的应用，不断探索更加高效、精准的教学模式，为培养更多具有跨文化交流能力的汉语人才贡献力量。同时也应关注技术伦理和教育公平等问题，确保科技进步真正惠及每一位学生。

## 致谢

感谢牛津大学的 He 教授邀请本文作者一起参加 ICDS/ITQM 会议。同时，也要感谢 ChatGPT4 和 ChatGPT 两个团队给予本研究对照试验的软件工具帮助。

## 参考文献 References

[1]Shaohong Li. A Comparative Study of Vocabulary between the Standard of Chinese Level in International Chinese Education and the Classification of Syllable Chinese Characters for International Chinese Education [J]. *Modern Chinese*, 2023(4):83-88.

[2]Zheng Gu, Zhongwei Wu. A Study of Phonetic Teaching for International Students at the Entry Stage [J]. *Journal of Yunnan Normal University (Teaching and Research Edition of Chinese as a Foreign Language)*, 2005,3(2):12-17.

[3]Wei Wang. Theoretical and Practical Research on Phonetic Teaching of Chinese as a Foreign Language —— Comment on Phonetic Teaching of Chinese as a Foreign Language [J]. *Chinese Construction*, 2020(13): Insert 4.

[4]Caihong Li. A Study on Chinese Phonetic Errors of Portuguese-speaking Students in Cape Verde [D]. *Jilin University*, 2020.

[5]Rong Rong, Ping Wang, Lei Liang, et al. The auditory perception pattern of tones in Mandarin Chinese [J]. *Nankai Linguistics Journal*, 2015(1):11-24.

[6]Xiangjuan Xie. The Application of Practical Teaching in the Course of Introduction to Teaching Chinese as a Foreign Language [J]. *Electronic Journal of New Education Era (Teacher Edition)*, 2019(39):135.

[7]Xiaoyang Luo, Yu Deng. Analysis of neurolinguistics's scientific knowledge map of parts of speech [J]. *Foreign Language Studies*, 2023,11(1):36-45.

[8]Xiaoja Meng. In-depth interpretation of the theoretical system behind phonetics research —— Comment on Tones in Lexicography [J]. *Chinese Construction*, 2020(23): Insert 6.

[9]Xuan Zhao. English Teaching from the Perspective of Artificial Intelligence — — Comment on Introduction to Second Language Acquisition [J]. *China Education Journal*, 2021(3): Insert 21.

[10]Hong Li. The relationship between working memory and attention in the cognitive process of second language learning [J]. *Journal of Southwest University for Nationalities (Humanities and Social Sciences Edition)*, 2007,28(2):199-202.

[11]Jiyu Zhuang. Action Linguistics [M]. *Hunan Literature and Art Publishing House*, 1988..

[12]Fu Liu. Four Tones Experiment Record [M]. *Zhonghua Book Company*, 1951.

[13]Castelvecchi, D. (2023). How will AI change mathematics? Rise of chatbots highlights discussion. *Nature*, 615, 15-16.

[14]Katsnelson, A. (2022). Poor English skills? New AIs help researchers to write better. *Nature*, 609, 208 - 209.

[15]Basnet, R.B., Johnson, C., & Doleck, T. (2022). Dropout prediction in Moocs using deep learning and machine learning. *Education and Information Technologies*, 27, 11499 - 11513.

[16]Akgül, Y., & Uymaz, A.O. (2022). Facebook/Meta usage in higher education: A deep learning-based dual-stage SEM-ANN analysis. *Education and Information Technologies*, 27, 9821 - 9855.