

# 论语发声

On Language Phonation

孔江平 / 著

中央民族大学出版社

**图书在版编目 (CIP) 数据**

论语言发声/孔江平著. —北京: 中央民族大学出版社, 2001.11

ISBN 7-81056-590-7

I. 论… II. 孔… III. 发声法—研究 IV. H018.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 080731 号

责任编辑: 戴佩丽

封面设计: 赵秀琴

**论语言发声**

---

出 版 者: 中央民族大学出版社

地址: 北京市白石桥路 27 号 邮编: 100081

电话: 68472815 68932751 传真: 68932447

印 刷 者: 北京美通印刷有限公司

发 行 者: 新华书店

开 本: 850×1168 (毫米) 1/32

印 张: 12.125 字数: 300 千字

版 次: 2001 年 11 月第 1 版 2001 年 11 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-81056-590-7/H·61

印 数: 0001—1000 册

定 价: 30.00 元

---

版权所有 翻印必究 (本社图书如有印装错误, 负责调换)

本课题的立项和研究得到国家自然科学基金、中华社会科学基金、香港城市大学和日本东京大学医学院的支持和资助。本书的出版得到世界少数民族语文研究院的资助。

## 内容提要

本书从语音学、言语声学 and 噪音生理的角度，全面介绍和讨论了作者在语言噪音发声类型方面的研究。

研究涉及到发声的语音学分析及理论、发声的声学特性及声学分析方法和基于高速数字成像的动态声门研究。全书分五个部分。第一部分从第一章至第三章是基础部分，主要介绍发声的研究概况、生理解剖的基础知识、声源的常用模型和用于发声研究的方法；第二部分从第四章到第九章是中国民族语言发声类型的语音学研究；第三部分从第十章至第十三章是发声的声学研究，包括多维噪音分析、喉头声门阻抗信号的研究、噪音的区别性特征研究和汉语声调的发声模式；第四部分包括第十四章和第十五章是声带振动的生理研究，主要研究基于高速数字成像的动态声门；第五部分包括第十六章和第十七章是基于发声的语音学框架讨论和发声研究的相关领域。

本书适用于语音及语言工作者、言语工程技术人员、语音治疗师和涉及噪音发声类型的研究人员及研究生阅读参考。

《中国少数民族语言研究系列丛书》  
编委会名单

主 编：黄 行 狄乐伦

编辑委员会：（按姓名笔画排序）

|     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|
| 孔江平 | 叶典良 | 孙宏开 | 江 荻 |
| 吴安其 | 狄乐伦 | 陈福隆 | 周庆生 |
| 林玉珠 | 林桦凤 | 金瑞卿 | 欧瑞文 |
| 柯莉露 | 赵明鸣 | 徐世璇 | 殷图安 |
| 黄 行 | 朝 克 |     |     |

## 前 言

80年代以来，中国少数民族语言研究有了较大的发展，在少数语言的描写研究、比较研究、语言使用和语言规划等基础研究领域，取得了比较丰硕的成果，形成了具有中国特色的少数民族语言研究学科的知识体系。

作为我国少数民族语言主要研究机构的中国社会科学院民族研究所，在第六个五年计划到第九个五年计划期间主持或参与开展完成的重点课题成果主要有：“六五计划”重点课题成果《中国少数民族语言简志丛书》（民族出版社）；“七五计划”重点课题《中国少数民族语言比较研究》课题成果《苗瑶语古音构拟》、《侗台语族概论》（中国社会科学出版社）、《中国孟高棉语族语言与南亚语系》（中央民族大学出版社），《中国少数民族语言使用情况和文字问题调查研究》课题成果《中国少数民族语言使用情况》、《中国少数民族文字》、《中国少数民族语言文字使用和发展问题》（中国藏学出版社）；“八五计划”重点课题成果《我国新创与改进少数民族文字试验推行工作经验总结与理论研究》（中华社科基金），《中国少数民族语言方言研究丛书》（四川民族出版社），《中国少数民族语言系列词典丛书》（四川民族出版社）；“九五计划”重点课题成果《中国新发现语言研究丛书》（上海远东出版社、中央民族大学出版社）。这些系列研究成果大多围绕某种明确的研究主题开展，可以大体反映20年来少数民族语言基础研究和基础应用研究学科分布和完成成果的基本状况。

进入90年代后期以后，少数民族语言研究的状况出现了一些新的变化。随着老一代学者和50年代培养的一批少数民族语

言专家的相继离开研究岗位，中青年研究人员已逐渐成为学科研究的主要力量。他们充分吸收和继承了前人的研究传统，同时在研究的理论方法方面又具有较新的知识结构和研究思路，因此这一时期的课题选题和完成成果和以前的研究相比，出现了更加多样化的趋势，在一定意义上反映了这个学科的发展和变化。

中国社会科学院民族研究所和世界少数民族语文研究院东亚部合作组成编辑委员会，编辑出版这套《中国少数民族语言研究系列丛书》，目的是为了集中反映这一时期和今后一段时间少数民族语言研究的主要成果。丛书没有规定统一的主题，这样可以更充分地体现学科现状和发展的多样化的趋势，也可以和目前仍在陆续研究出版的《中国新发现语言研究丛书》、《中国少数民族语言方言研究丛书》、《中国少数民族语言系列词典丛书》等侧重语言田野调查和基本描写研究的系列成果形成互相补充的格局。

应当说明这套丛书的大多数成果在课题调查和研究的过程中，分别得到中国社会科学院、中华社会科学基金、中国自然科学基金以及国家教育部等部门在课题立项和经费资助方面的支持。

**《中国少数民族语言研究系列丛书》编辑委员会**

2000年12月

## 自序

一九八八年我从中国社会科学院研究生院硕士毕业后，到中国社会科学院民族所语音研究室做研究工作，专业是语音学，主要是用实验语音学的方法研究中国的民族语言。中国至少有一百多种民族语言，已确认的就有八十多种，含盖汉藏、阿尔泰、南亚、南岛和印欧五个语系，语音现象极为丰富多彩，是世界语言学界公认的语音宝库。在中国的语言中有两类独具特点的语音现象：一类是汉藏语系的声调现象；另一类是各种不同的噪音发声类型。虽然国外的语音学家对这两类语音现象有所涉足，但不能深入和系统研究，主要原因是语音学研究的不仅仅是语音本身生理和物理的性质，还有深厚的语言文化的底蕴，所以，这些现象最终还要靠中国的语音学家进行系统深入的研究，

一个学科的发展或一个新学科的创立应具备两个条件：一是有新的方法论；二是有独特的研究对象。这两个条件在中国都已具备。在方法论上，语音学已从传统的“口耳之学”发展到了以实证为主要研究手段的语音学—实验语音学。在研究对象上，中国的语言具有上面提到的两类特有的语音现象，这使得在中国发展语音学科和创立新的语音分支学科成为可能。从方法论上，语音学可以分：传统语音学、实验语音学、声学语音学、心理语音学、生理语音学等。从语音产生的原理上又有发音语音学。众所周知，语音的产生主要有两个部分，一部分是发音，也称“调音”，另一部分是发声。由于世界上具有不同发声类型的语言较少，噪音发声的研究一直没有形成体系和形成语音学的分支。显然，中国语言的语音现象使我们有可能建立“发声语音学”和以汉藏语



声调为基础的“声调语音学”，因此，研究室在鲍怀翘研究员的倡导下开展了对嗓音发声类型的研究。首先选择研究嗓音发声类型的主要原因是：1) 人们对语言发声类型了解的较少，其研究成果对世界的语言学和语音学会有较大的贡献；2) 声调的研究许多方面依赖于嗓音发声研究的成果；3) 有望建立语音学的一个分支“发声语音学”。

为了建立发声语音学的研究方法和框架，我在这个语音学的分支上进行了十几年的研究。在早期的研究中，主要是分析中国民族语言中不同的发声类型，后来扩展到嗓音声学的研究，近几年主要利用高速数字成像技术做嗓音动态声门的研究。根据这三个方面的研究，本书介绍和讨论了嗓音发声研究的基本方法、嗓音研究的不同领域、新提出的概念和语音学框架。本书最后起名“论语言发声”，而没有叫“发声语音学”，是因为本书重点放在介绍发声研究的方法和研究的结果，而不是基本概念。虽然提出和讨论了发声的一些基本概念和基于发声的语音学框架，但目的在于将这些新的概念和框架介绍给大家进行讨论。

在语音学研究过程中，我先后得益于国内国际最好的老师。攻读硕士期间，北京大学的林焘先生和社会科学院的鲍怀翘研究员给了我精心的指导，中国科学院声学研究所的吕士楠研究员给我奠定了语音信号处理的基础，同时，社科院民族所的瞿霭堂先生给了我民族语言方面的知识和田野调查的经验，这些对我后来的研究工作起了重要的作用。一九九七年在香港城市大学工程系读博士时，我又得到了著名语言学家王士元教授在语言学理论和言语工程方面的指导，并学习了有关图像处理的技术。在博士学习期间，王士元先生介绍我到日本东京大学医学院研究生院言语生理系做了三个月的专项研究生。在新美成二教授的指导下，主要利用高速数字成像技术研究不同发声类型的动态声门。后来王士元先生又介绍我到瑞典皇家理工学院（KTH）言语、音

乐和听觉系进行了短期访问，期间方特(Fant G.)教授给我系统地讲授了 LF-模型及其新进展，并对我做的有关研究提出了许多宝贵意见。正是有了这些不同领域著名教授的指导，才使我能从实验语音学、言语声学和嗓音生理学几个方面进行嗓音发声类型的研究，借此机会我真诚地感谢我的老师们。

在进行嗓音发声的研究中，还得到了许多不同机构的资助，它们是：1) 中华社会科学基金委员会（“中国民族语言发声类型研究”，国家九·五规划重点项目，批准号：96AMZ001）。2) 中国国家自然科学基金委员会（“语言嗓音发声类型声学研究”，面上项目，批准号：19674075）。3) 香港城市大学（研究费用资助）。4) 东京大学医学院研究生院言语生理系（专项研究生及实验资助）。在此表示我诚挚的谢意。

本书的研究还得到了许多人的帮助，特别是课题组的成员陈嘉猷副研究员、沈米遐和曹道巴特尔助理研究员，他们在样本的采集和数据分析方面做了大量的工作，特别是陈嘉猷副研究员在本书完成后通读了全书，提出了许多宝贵意见。在日本期间，今川博先生、村野女士、阎群先生、滕本雅子女士、石毛女士、小西知子女士在采集高速数字图像上都给了我许多帮助。另外，所有的发言人也对本书做出了他们的贡献，在此谨表我对他们的谢意。

最后，我还要向我的妻子陈华和儿子孔维汉表示感谢，感谢他们对我的支持和鼓励，多年来他们一直与我共同承担我在研究中的挫折和分享其中的快乐。

## 目 录

内容提要

前言

自序

插图目录

表格目录

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| <b>第一章 概论</b> .....         | 1  |
| 1.1 语言发声类型 .....            | 2  |
| 1.2 中国语言的发声类型 .....         | 3  |
| 1.3 发声类型的语音学研究 .....        | 4  |
| 1.4 发声类型的研究方法 .....         | 5  |
| 1.5 发声类型研究的意义 .....         | 6  |
| 1.6 章节安排 .....              | 8  |
| <b>第二章 发声的生理和声学基础</b> ..... | 10 |
| 2.1 喉头的软骨和韧带 .....          | 10 |
| 2.2 喉头肌肉的构造 .....           | 12 |
| 2.3 喉头中的皱褶 .....            | 15 |
| 2.4 声带的构造 .....             | 16 |
| 2.5 声门的基本状态 .....           | 17 |
| 2.6 噪音的声学模型 .....           | 20 |
| <b>第三章 发声的研究方法</b> .....    | 23 |

|            |                                    |           |
|------------|------------------------------------|-----------|
| 3.1        | 谐波差值分析 .....                       | 23        |
| 3.2        | 线性预测与滤波 .....                      | 27        |
| 3.3        | 频谱的下降率或倾斜 .....                    | 30        |
| 3.4        | 声源信号的微分处理 .....                    | 32        |
| 3.5        | 小波变换分析 .....                       | 35        |
| 3.6        | 多维噪音分析 .....                       | 40        |
| 3.7        | 高速数字成像研究 .....                     | 44        |
| 3.8        | 相关特征分析 .....                       | 51        |
| <b>第四章</b> | <b>发声音质与调音音质 (一): 哈尼语的发声类型</b> ... | <b>53</b> |
| 4.1        | 哈尼语的松紧元音 .....                     | 53        |
| 4.2        | 哈尼语发声类型的研究方法 .....                 | 55        |
| 4.3        | 松紧元音的声学分析 .....                    | 56        |
| 4.4        | 哈尼语发声类型的性质 .....                   | 65        |
| 4.5        | 发声音质与调音音质的概念 .....                 | 66        |
| <b>第五章</b> | <b>发声音质与调音音质 (二): 苗语的浊送气噪音</b> ... | <b>69</b> |
| 5.1        | 浊送气研究 .....                        | 69        |
| 5.2        | 石门坎苗语 .....                        | 70        |
| 5.3        | 苗语的浊辅音 .....                       | 72        |
| 5.4        | VOT的特性 .....                       | 73        |
| 5.5        | 功率谱 .....                          | 75        |
| 5.6        | 苗语的音长 .....                        | 78        |
| 5.7        | 苗语的声调 .....                        | 80        |
| 5.8        | 苗语浊送气的性质 .....                     | 83        |
| <b>第六章</b> | <b>发声与声道: 凉山彝语的松紧噪音</b> .....      | <b>85</b> |
| 6.1        | 凉山彝语的语音 .....                      | 85        |
| 6.2        | 凉山彝语的松紧元音 .....                    | 86        |
| 6.3        | 研究方法 .....                         | 88        |
| 6.4        | 元音的调音音质 .....                      | 89        |

---

|            |                                 |            |
|------------|---------------------------------|------------|
| 6.5        | 松紧元音的性质 .....                   | 90         |
| 6.6        | 松紧元音的声道特性 .....                 | 94         |
| 6.7        | 松紧噪音的谱特性 .....                  | 97         |
| 6.8        | 研究结果 .....                      | 98         |
| 6.9        | 语言学意义 .....                     | 99         |
| <b>第七章</b> | <b>发声与声母：阿细彝语的松紧噪音 .....</b>    | <b>101</b> |
| 7.1        | 阿细彝语及其松紧元音 .....                | 101        |
| 7.2        | 声学参数的提取 .....                   | 102        |
| 7.3        | 阿细彝语松紧元音的性质 .....               | 103        |
| 7.4        | 松紧元音与调音 .....                   | 106        |
| 7.5        | 松紧元音与声调 .....                   | 108        |
| 7.6        | 松紧与声母 .....                     | 109        |
| 7.7        | 阿细彝语噪音的性质 .....                 | 111        |
| 7.8        | 松紧声母 .....                      | 111        |
| <b>第八章</b> | <b>发声与韵母：载佻语的发声类型 .....</b>     | <b>113</b> |
| 8.1        | 载佻语的语音结构 .....                  | 113        |
| 8.2        | 参数提取 .....                      | 114        |
| 8.3        | 单元音的噪音性质 .....                  | 115        |
| 8.4        | 元音韵尾的噪音性质 .....                 | 116        |
| 8.5        | 鼻音韵尾的噪音性质 .....                 | 117        |
| 8.6        | 塞音韵尾的噪音性质 .....                 | 118        |
| 8.7        | 浊声母的噪音性质 .....                  | 119        |
| 8.8        | 逆滤波分析和谱倾斜 .....                 | 120        |
| 8.9        | 载佻语松紧元音的性质 .....                | 122        |
| 8.10       | 韵母与发声类型 .....                   | 123        |
| <b>第九章</b> | <b>发声音质与声调音质：景颇语的松紧噪音 .....</b> | <b>124</b> |
| 9.1        | 景颇语及其松紧元音 .....                 | 124        |
| 9.2        | 松紧元音的性质 .....                   | 126        |

---

|             |                              |            |
|-------------|------------------------------|------------|
| 9.3         | 噪音声源的谱倾斜特性 .....             | 132        |
| 9.4         | 基频与噪音 .....                  | 133        |
| 9.5         | 松紧元音的调音音质 .....              | 137        |
| 9.6         | 声调与发声 .....                  | 139        |
| <b>第十章</b>  | <b>多维噪音分析 .....</b>          | <b>141</b> |
| 10.1        | 多维噪音相关分析 .....               | 142        |
| 10.1.1      | 男女声多维噪音相关分析 .....            | 142        |
| 10.1.2      | 元音多维噪音相关分析 .....             | 144        |
| 10.1.3      | 音调多维噪音相关分析 .....             | 145        |
| 10.2        | 多维噪音特征分析 .....               | 147        |
| 10.2.1      | 基音基础特性 .....                 | 147        |
| 10.2.2      | 频率抖动特性 .....                 | 150        |
| 10.2.3      | 振幅抖动特性 .....                 | 153        |
| 10.2.4      | 噪音指数特性 .....                 | 154        |
| 10.2.5      | 噪音清化特性 .....                 | 156        |
| 10.3        | 多维噪音研究的意义 .....              | 157        |
| <b>第十一章</b> | <b>噪音的开商和速度商 .....</b>       | <b>159</b> |
| 11.1        | 噪音与音调 .....                  | 159        |
| 11.2        | 基本研究方法 .....                 | 160        |
| 11.3        | 基频的性质 .....                  | 161        |
| 11.4        | 速度商的性质 .....                 | 164        |
| 11.5        | 开商的性质 .....                  | 168        |
| 11.6        | 噪音的基本性质 .....                | 171        |
| <b>第十二章</b> | <b>发声类型的基本特性与区别性特征 .....</b> | <b>173</b> |
| 12.1        | 中国语言的发声类型 .....              | 173        |
| 12.2        | 研究方法 .....                   | 174        |
| 12.3        | 音调与噪音的关系 .....               | 174        |
| 12.4        | 不同的发声类型 .....                | 178        |

---

|             |                               |            |
|-------------|-------------------------------|------------|
| 12.4.1      | 气泡音 .....                     | 179        |
| 12.4.2      | 气嗓音 .....                     | 180        |
| 12.4.3      | 紧喉音 .....                     | 181        |
| 12.4.4      | 正常嗓音 .....                    | 182        |
| 12.4.5      | 高音调嗓音 .....                   | 183        |
| 12.5        | 嗓音的区别性特征 .....                | 184        |
| <b>第十三章</b> | <b>汉语声调的发声模式 .....</b>        | <b>190</b> |
| 13.1        | 汉语声调的研究 .....                 | 190        |
| 13.2        | 汉语声调的发声研究 .....               | 191        |
| 13.3        | 声调发声的研究方法 .....               | 193        |
| 13.4        | 单音节声调模式 .....                 | 194        |
| 13.5        | 双音节声调模式 .....                 | 197        |
| 13.5.1      | 第一组双音节声调模式 .....              | 197        |
| 13.5.2      | 第二组双音节声调模式 .....              | 199        |
| 13.5.3      | 第三组双音节声调模式 .....              | 201        |
| 13.5.4      | 第四组双音节声调模式 .....              | 203        |
| 13.6        | 双音节声调模式的区别性特征 .....           | 205        |
| 13.6.1      | F <sub>0</sub> 模式的区别性特征 ..... | 205        |
| 13.6.2      | 速度商模式的区别性特征 .....             | 206        |
| 13.6.3      | 开商模式的区别性特征 .....              | 207        |
| 13.7        | 基于嗓音的声调模型 .....               | 209        |
| <b>第十四章</b> | <b>发声类型的动态声门 .....</b>        | <b>211</b> |
| 14.1        | 正常嗓音 .....                    | 211        |
| 14.2        | 高音调和低音调嗓音 .....               | 216        |
| 14.3        | 假声 .....                      | 221        |
| 14.4        | 气泡音 .....                     | 223        |
| 14.5        | 气嗓音 .....                     | 226        |
| 14.6        | 双音调嗓音 .....                   | 228        |

|                          |             |     |
|--------------------------|-------------|-----|
| 14.7                     | 吸气音         | 231 |
| 14.8                     | 动态声门研究      | 234 |
| <b>第十五章 汉语声调的动态声门</b>    |             | 235 |
| 15.1                     | 高平调(董 01)   | 236 |
| 15.2                     | 高平调(丘 01)   | 241 |
| 15.3                     | 上升调(董 02)   | 246 |
| 15.4                     | 上升调(丘 02)   | 250 |
| 15.5                     | 低降升调(董 03)  | 254 |
| 15.6                     | 低降调(丘 03)   | 259 |
| 15.7                     | 高降调(董 04)   | 263 |
| 15.8                     | 高降调(丘 04)   | 267 |
| 15.9                     | 汉语声调动态声门的性质 | 271 |
| <b>第十六章 基于发声的语音学理论框架</b> |             | 274 |
| 16.1                     | 言语产生的语音学理论  | 274 |
| 16.1.1                   | 元音的描写和定义    | 275 |
| 16.1.2                   | 辅音的描写和定义    | 275 |
| 16.1.3                   | 嗓音发声的描写和定义  | 276 |
| 16.1.4                   | 语音学描写和生理描写  | 276 |
| 16.2                     | 言语产生的声学理论   | 276 |
| 16.2.1                   | 言语产生的声学框架   | 277 |
| 16.2.2                   | 共鸣的声学特性     | 279 |
| 16.2.3                   | 声源特性        | 279 |
| 16.2.4                   | LF 模型       | 279 |
| 16.3                     | 发声的语音学理论框架  | 281 |
| 16.3.1                   | 调时发声        | 282 |
| 16.3.2                   | 调声发声        | 282 |
| 16.4                     | 调音的语音学框架    | 282 |
| 16.4.1                   | 共鸣调音(元音)    | 283 |



---

|             |                  |            |
|-------------|------------------|------------|
| 16.4.2      | 阻碍调音(辅音)         | 283        |
| 16.4.3      | 音长调音(时长)         | 283        |
| 16.5        | 基于言语声学的语音学理论框架   | 284        |
| 16.5.1      | 调音音质             | 284        |
| 16.5.2      | 发声音质             | 285        |
| 16.5.3      | 元音音质类型           | 285        |
| 16.5.4      | 噪音声学发声图          | 286        |
| 16.5.5      | 声调的定义与范畴         | 288        |
| 16.5.6      | 调形的定义            | 289        |
| 16.5.7      | 调质的定义            | 289        |
| 16.5.8      | 声调的定义            | 289        |
| 16.6        | 发声的语音学研究         | 290        |
| <b>第十七章</b> | <b>语言发声的相关研究</b> | <b>292</b> |
| 17.1        | 噪音参数在不同语言中的分布    | 294        |
| 17.2        | 声门阻抗信号与声带振动      | 294        |
| 17.2.1      | 正常噪音             | 294        |
| 17.2.2      | 高音调噪音            | 295        |
| 17.2.3      | 低音调噪音            | 296        |
| 17.3        | 信号类型与基频研究        | 297        |
| 17.3.1      | 声门面积脉冲类型和基频      | 297        |
| 17.3.2      | 基频与信号类型          | 298        |
| 17.3.3      | 基频的信号处理          | 300        |
| 17.4        | 基于高速数字成像的动态声门模型  | 300        |
| 17.4.1      | 噪音生理模型           | 300        |
| 17.4.2      | 噪音合成             | 302        |
| 17.4.3      | 语音合成             | 304        |
| 17.5        | 高速数字成像研究病变噪音     | 308        |
| 17.5.1      | 病变噪音声带的基本振动情况    | 309        |