

# 语音研究中的基元简介

---

张陈昊

2013.12.16

# 语音研究

---

- 语音学(Phonetics)

- 研究语音的生理，物理等性质，主要考察语音的各种发音特点，波形特征等语音的变化规律
- 提出各种语音的描写，分类和标音的方法
- 发音/听觉/声学语音学

- 音系学(Phonology)

- 主要研究某种特定语言中的音谱或语音的系统
- 主要考察语音模式，音系结构和音系的变化规律
- 主要用音位(phoneme)等语音基元加以分析

# 语音的物理性质

---

- 四大性质

- 音高(Pitch):指声音的高低，取决于发音的振动频率，故也叫音频

- 音强(loudness):指声音的强弱，取决于音波震动的幅度

- 音长(length): 指声音的长短，取决于音波持续的长短，是个相对概念

- 英语中 beat **[bi:t]**, bit **[bit]**

- 音质(quality):指声音的品质特色，也叫音色，它是一个声音区别于其他声音的基本特征

# IPA: the International Phonetic Alphabet

---

- 国际音标，又称国际语音字母，是用于为全世界所有语言注音的符号系统。其最早源于1888年，由国际语音协会制定。
- 国际音标遵循一音一符的严格标准，最初用于为西方语言、非洲语言等的标音。经过多年发展，在中国语言学者赵元任等人的努力下，国际音标逐渐完善，已可为汉语等东方语言注音。
- 2005年后，通行表上的音标计有辅音72个，元音28个。直到2007年，国际音标共有107个单独字母，以及56个变音符号和超音段成分

# IPA分类

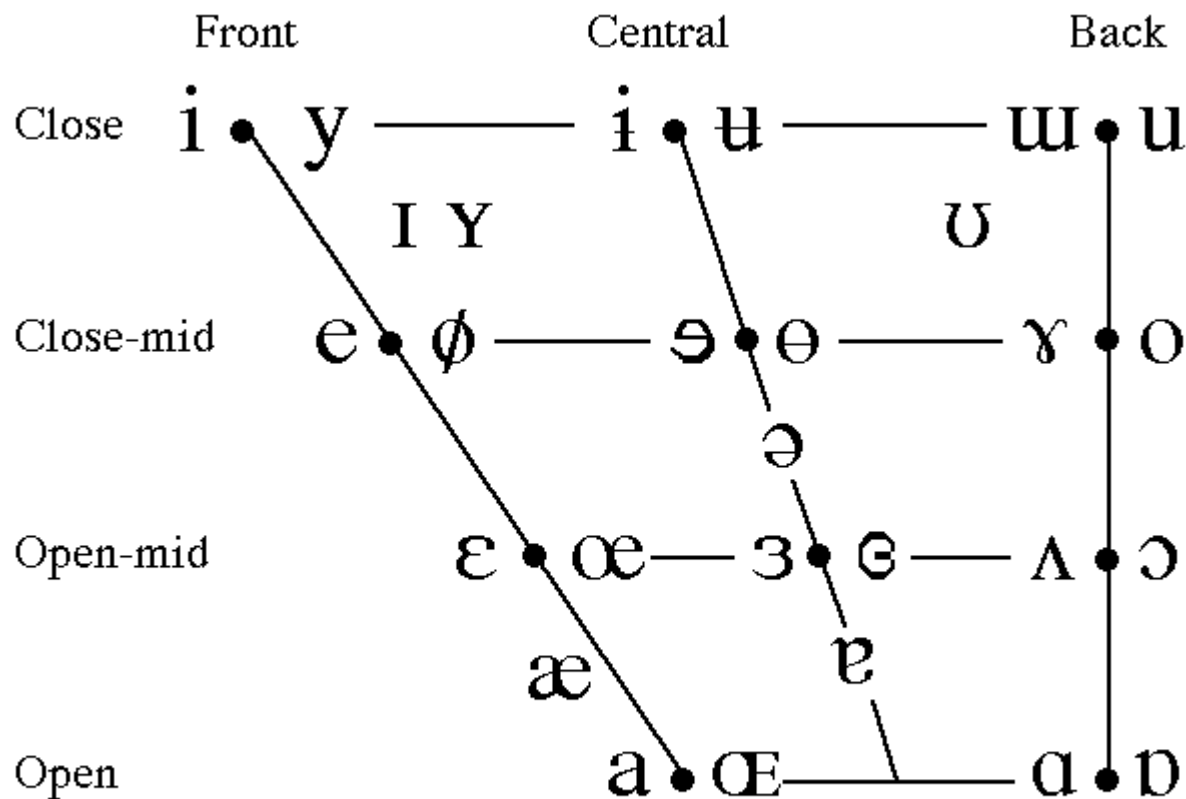
---

## 元音(Vowels) 和 辅音(Consonant)

1. 发辅音时，气流通过喉头、口腔要受到某个部位的阻碍；发元音时，气流通过喉头、口腔不受阻碍。这是元音和辅音最主要的区别。
2. 发辅音时，气流较强；发元音时，气流较弱。
3. 发辅音时，声带不一定振动，声音一般不响亮；发元音时，声带振动，声音比辅音响亮。
4. 元音可以单独构成音节，也可以和辅音一起构成音节。

# IPA: 元音

一共28个元音，如右图所示  
成对出现的元音，左边为非  
圆唇元音，右边为圆唇元音



Where symbols appear in pairs, the one to the right represents a rounded vowel.

# IPA: 辅音

IPA pulmonic consonants														<a href="#">chart image</a>	<a href="#">audio</a>	
Place →	Labial		Coronal					Dorsal			Radical		Glottal			
	Bilabial	Labio-dental	Dental	Alveolar	Post-alveolar	Retroflex	Alveolo-palatal	Palatal	Velar	Uvular	Pharyngeal	Epiglottal	Glottal			
↓ Manner																
Nasal	m	ɱ	n	ɲ	ɳ	ɳ̺	ɲ̟	ɲ̟	ŋ	ɴ						
Stop	p	b	t	d		ʈ	ɖ	c	ɟ	k	g	q	ʔ			
Sibilant fricative			s	z	ʃ	ʒ	ʂ	ʐ								
Non-sibilant fricative	ɸ	β	f	v	θ	ð		ç	ʝ	x	ɣ	χ	ħ	ʕ	ħ	ʕ
Approximant		ʋ		ɹ		ɻ		j	ɰ	ɰ	ɰ					
Flap or tap	ɸ̩	β̩		ɾ		ɽ					ɟ̟					
Trill				r	ʀ	ʀ̺					ʀ					ʀ*
Lateral fricative				ɬ	ɮ		*	ɬ̺	ɮ̺	ɬ̺	ɮ̺					
Lateral approximant				l	ɭ		ɭ̺	ɭ̺	ɭ̺	ɭ̺						
Lateral flap				ɭ		ɭ̺*		ɭ̺	ɭ̺							

# 汉语普通话基元：音素

音素级别：汉语标准普通话中有 35 个音素。音素基元在英语连续语音识别中得到了广泛的应用，并取得了很好的识别性能。对于汉语，音素是一个很好的选择。它的基元数目较少，便于建立上下文相关模型。但音素并没有反映出汉语语音的特点，而且，相对于声韵母，音素显得不够稳定，这就给标注带来了困难，也会影响模型的稳定性。

## 辅音基元 (22)

b, c, ch, d, f, g, h, j, k, l, m, n, ng,  
p, q, r, s, sh, t, x, z, zh

## 元音基元 (13)

aI, a, Ie, eI, eN, e, Ci, CHi, Bi,  
oU, o, u, v

Phone	Explanation
aI	the phone "a" in the context "ai"
a	the phone "a" in other context conditions
Ie	the phone "e" in the context "ie"
eI	the phone "e" in the context "ei"
eN	the phone "e" in the context "en"
e	the phone "e" in other context conditions
Ci	the phone "i" in the context "ci", "si", or "zi"
CHi	the phone "i" in the context "chi", "shi", or "zhi"
Bi	the phone "i" in other context conditions
oU	the phone "o" in the context "ou"
o	the phone "o" in other context conditions
u	the vowel "u"
yv	the vowel "yu"



# 汉语普通话基元：声韵母

---

标准普通话中有约 59 个无调声韵母，声韵结构是汉语音节特有的结构

1. 汉语中的汉字是单音节结构的，而音节又具有独特的声韵结构，因此，声韵更能反映汉语的特点；
2. 有许多语音学知识的研究成果是基于声韵母的，它们可以用来指导声学模型训练；
3. 基元数目和语音段长度比较恰当。与音节比，便于建立上下文相关模型，且稳定性好。

---

## 声母基元 (21)

b, p, m, f, d, t, n, l,  
g, k, h, j, q, x,  
zh, ch, sh, r, z, c, s,

---

## 韵母基元 (38)

a, ai, an, ang, ao, e, ei, en, eng, er,  
o, ong, ou, i, ii, iii, ia, ian, iang, iao, ie,  
in, ing, iong, iou,  
u, ua, uai, uan, uang, uei, uen, ueng, uo,  
v, van, ve, vn

---

# 声韵母与IPA的对应关系

拼音字母	国际音标	拼音字母	国际音标	拼音字母	国际音标
b	[b]	g	[k]	s	[s]
p	[pʰ]	k	[kʰ]	zh	[tʂ]
m	[m]	h	[x]	ch	[tʂʰ]
f	[fʰ]	j	[tɕ]	sh	[ʂʰ]
d	[d]	q	[tɕʰ]	r	[ʐ]
t	[tʰ]	x	[ç]	y	[j]
n	[n]	z	[ts]	w	[w]
l	[l]	c	[tsʰ]	v	[v]

拼音字母	国际音标	拼音字母	国际音标	拼音字母	国际音标
a	[ɑ]	e	[ɤ]	u	[u]
o	[o]	i	[i]	ü	[y]

拼音字母	国际音标	拼音字母	国际音标	拼音字母	国际音标
ai	[ai]	ing	[iŋ]	uai	[uai]
ei	[ei]	ia	[ia]	ui (uei)	[uei]
ao	[ɑu]	iao	[iɑu]	uan	[uan]
ou	[ou]	ian	[iæn]	uang	[uɑŋ]
an	[an]	iang	[iɑŋ]	un (uen)	[uæn]
en	[ən]	ie	[ie]	ueng	[uəŋ]
in	[in]	iong	[yŋ]	üe	[yɛ]
ang	[ɑŋ]	iou	[iou]	üan	[yæn]
eng	[əŋ]	ua	[uɑ]	ün	[yn]
ong	[uŋ]	uo	[uo]	ng	[ŋ]

Final	Nucleus	/a/					/ə/					∅
		Coda	∅	/i/	/u/	/n/	/ŋ/	∅	/i/	/u/	/n/	
Medial	∅	[ä] a -a	[aɪ] ai -ai	[aʊ] ao -ao	[än] an -an	[aŋ] ang -ang	[ʊa] e -e	[eɪ] ei -ei	[oʊ] ou -ou	[ən] en -en	[ɲŋ] eng -eng	[i]  -i
	/i/	[i ä] ya -ia		[iəʊ] yao -iao	[iən] yan -ian	[iəŋ] yang -iang	[iɛ] ye -ie		[iəʊ] you -iu	[in] yin -in	[iŋ] ying -ing	[i] yi -i
	/u/	[u ä] wa -ua	[ʊaɪ] wai -uai		[u än] wan -uan	[ʊaŋ] wang -uang	[ʊə] <sup>3</sup> wo -uo/-o	[ʊeɪ] wei -ui		[ʊən] wen -un	[ʊɲŋ], [ʊŋ] <sup>4</sup> weng -ong	[u] wu -u
	/y/				[yən] yuan -üan <sup>2</sup>		[y ɛ] yue -üe <sup>2</sup>			[yən] yun -ün <sup>2</sup>	[yŋ] yong -iong	[y] yu -ü <sup>2</sup>

# VQ聚类的实验结果

---

ei i i2 ian ie ui v	en uai van ve	eng uang
a ai an ang ao e ia iang iao ua uan uo	er i1 in iong un vn	ing iu o ong ou u

1. 语音库中的说话人发音并不是完全准确的标准普通话
2. 基于HMM的音素分类器，提供的音素标注信息并不一定完全准确，还有一定的提升空间

# 英语：音素

---

常用的音素列表：Arpabet

- **Arpabet** is a phonetic transcription code developed by Advanced Research Projects Agency (ARPA) as a part of their Speech Understanding Project(1971–1976).
- It represents each phoneme of General American English with a distinct sequence of ASCII characters.
- Arpabet has been used in several speech synthesizers, including Computalker for the S-100 (Altair) system, SAM for the Commodore 64, SAY for the Amiga and TextAssist for the PC and Speakeasy from Intelligent Artefacts (see ST\_Robotics) which used the Votrax SC01 speech synthesiser IC.
- It is also used in the [CMU Pronouncing Dictionary](#).

# 英语：音素集

- 元音集：一共23个，分成3类-Monophthongs/Diphthongs/R-colored vowels
- 辅音：32个辅音，分为6类

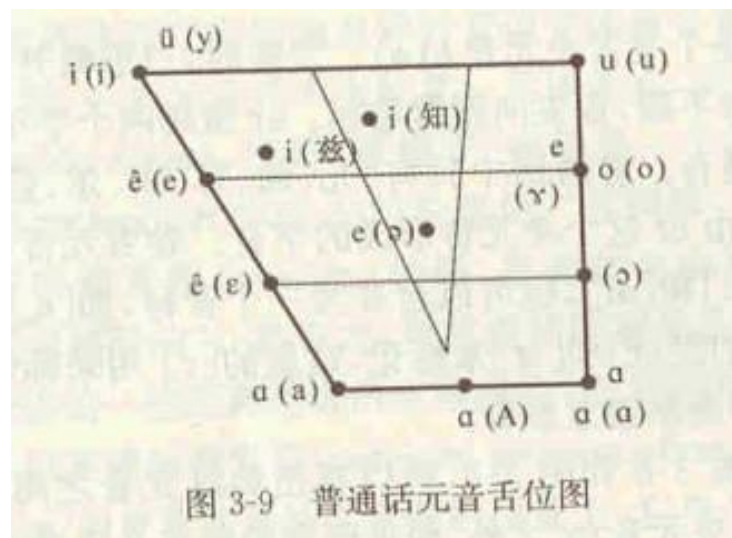
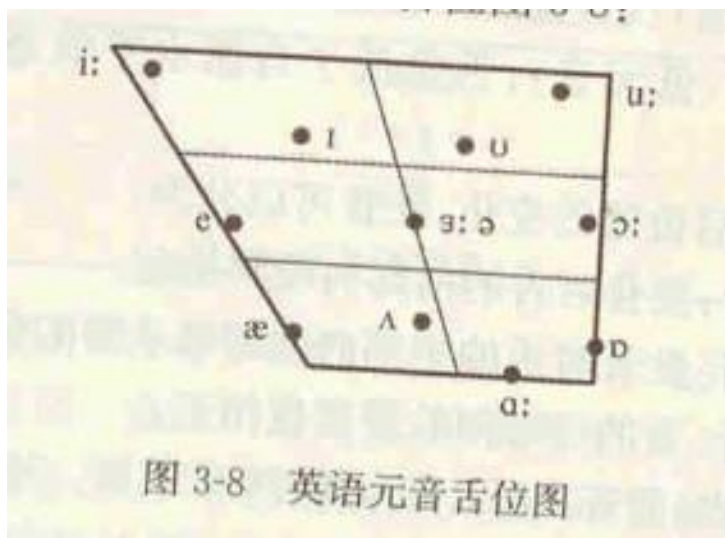
Arpabet	IPA	Word examples
AO	ɔ	off (AO1 F); fall (F AO1 L); frost (F R AO1 S T)
AA	ɑ	father (F AA1 DH ER), cot (K AA1 T)
IY	i	bee (B IY1); she (SH IY1)
UW	u	you (Y UW1); new (N UW1); food (F UW1 D)
EH	ɛ	red (R EH1 D); men (M EH1 N)
IH	ɪ	big (B IH1 G); win (W IH1 N)
UH	ʊ	should (SH UH1 D), could (K UH1 D)
AH	ʌ	but (B AH1 T), sun (S AH1 N)
	ə	sofa (S OW1 F AH0), alone (AH0 L OW1 N)
AX		discus (D IH1 S K AX0 S); note distinction from discuss (D IH0 S K AH1 S)
AE	æ	at (AE1 T); fast (F AE1 S T)

Arpabet	IPA	Word Examples
EY	eɪ	say (S EY1); eight (EY1 T)
AY	aɪ	my (M AY1); why (W AY1); ride (R AY1 D)
OW	oʊ	show (SH OW1); coat (K OW1 T)
AW	aʊ	how (HH AW1); now (N AW1)
OY	ɔɪ	boy (B OY1); toy (T OY1)

Arpabet	IPA	
ER	ɜ	her (HH ER0); bird (B ER1 D); hurt (HH ER1 T)
AXR	ə	father (F AA1 DH ER); coward (K AW1 ER)
EH R	ɛr	air (EH1 R); where (W EH1 R); hair (HH ER1)
UH R	ʊr	cure (K Y UH1 R); bureau (B Y UH1 R OW1)
AO R	ɔr	more (M AO1 R); bored (B AO1 R D); chor
AA R	ɑr	large (L AA1 R JH); hard (HH AA1 R D)
IH R or IY R	ɪr	ear (IY1 R); near (N IH1 R)
AW R	aʊr	<i>This seems to be a rarely used r-contr</i>

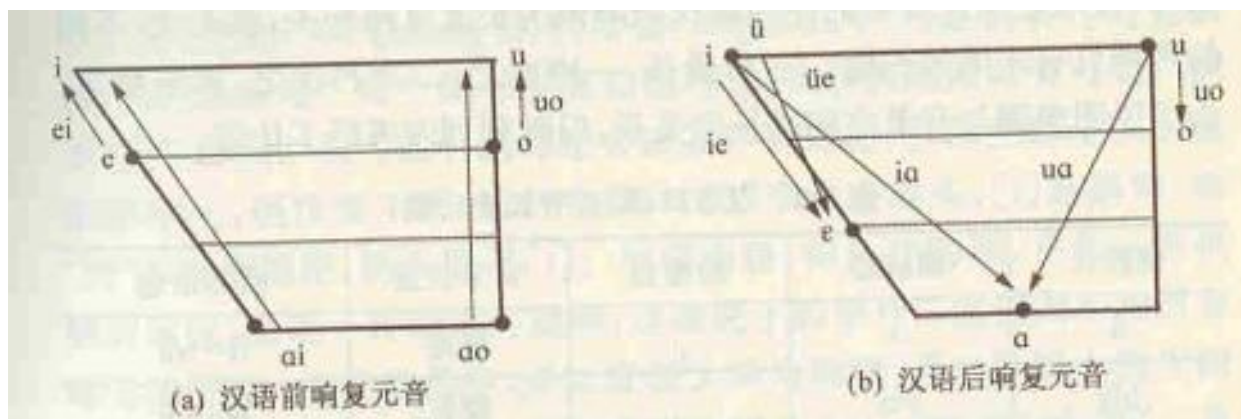
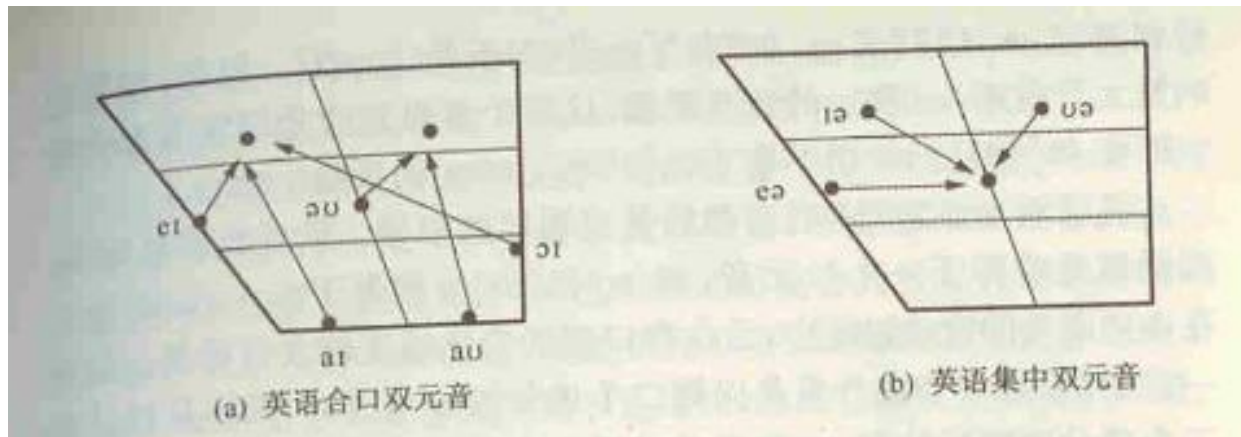
# 汉语普通话和英语中元音的比较

## 单元音



# 汉语普通话和英语中元音的比较

双元音





# Reference

---

- [1]吴宗济, 林茂灿。实验语音学概要, 1989.
- [2]张继勇. 汉语语音识别中声学建模及参数共享策略的研究: [硕士学位论文]. 北京: 清华大学计算机系, 2001
- [3]李净. 吴方言北京普通话语音识别研究: [博士学位论文]. 北京: 清华大学计算机系, 2005
- [4]Peter Ladefoged. A Course in Phonetics ( Fifth Edition). 2009
- [5]赵忠德. 音素学. 上海外语教育出版社
- [6]Tsung Chin. Sound Systems of Mandarin Chinese and English: a Comparision

---

Thank You!

