

英汉音节分析及数量对比 *
端木三
密歇根大学语言学系 安娜堡 密歇根州
2021年3月

提要：前人普遍认为，英语的音节结构比汉语复杂，音节数也比汉语的多得多。不过，关于英语的音节数，前人往往只是估计，而且各种估计差异悬殊。文章认为，差异的来源主要在于对音节的定义和划分有不同理解。文章比较四种音节分析方法并且提出，英语音节划分应该根据“重长轻短”，音节结构则应该以非词缘位置为准，即排除词缀或词缘辅音的影响。根据这一观点，英语和汉语（普通话）不但音节结构相似，而且数量相差不大：如果包括词缘辅音，英语的音节总数大约是汉语的2倍；如果排除词缘的额外辅音，英语的音节总数大约是汉语的1.5倍。两种结果都低于前人的估计。文章为音节研究提供了新的数据和视角。

关键词：音节划分 音节数量 重长轻短 词缘辅音 起始对应律 结尾对应律

1 引言

词库的“音节数量”一般指“音标音节”类。比如，英语单词fancy [ˈfæŋ][si] “花式的”和fantastic [fæn][ˈtæs][tk] “棒极了”的第一音节国际音标相同，都是[fæn]（重音程度不计），因此算一个音标音节类。汉语的“翻”[fān]、“帆”[fān]、“反”[fǎn]、“饭”[fàn]国际音标不同（包括声调），因此算四个音标音节类。

汉语和英语是世界上最大的两个语言，它们的音节结构和数量也得到不少学者的关注。前人普遍认为，英语音节结构比汉语复杂，音节数量也比汉语的多得多。不过，关于英语的音节数，前人的说法差异很大。我们略举几例，见表1。

表1 前人对英语音节数的说法

学者	英语音节数
叶斯柏森 (Jespersen 1930)	158000以上
金田一春彦 (Kindaichi 1985: 44)	至少80000个
潘文国 (1997: 154)	10000左右
Barker (2009)	15831个
朱晓农 (2010: 309)	5000到7000之间
Pellegrino et al. (2011)	7931个
史有为 (2019)	3000到40000之间

从叶斯柏森到现在，前后近100年，学者们对英语的音节数仍然众说纷纭。比如，根据史有为（2019）的最新总结，英语音节数的上限下限仍然相差十几倍。而且，以上说法

* 文章初稿曾在《第一届汉语语言学前沿问题国际论坛》（2018年香港教育大学）和《第七届海外中国语言学者论坛》（2019年广西师范大学）上宣读，感谢与会者提出的宝贵意见。《语言科学》的匿名审稿人、《语言科学》编辑部、朱立刚、陆丙甫、应学风、都给稿件提出过宝贵意见，也在此表示感谢。

往往源于估计。比如，朱晓农说，“英语的声韵搭配形式大为复杂，没人精确统计有多少种类。”金田一春彦也说，他的数字是多年前日本一位叫煤垣实的英语老师手工统计的初步结果，不过这位老师没数完就去世了，统计方法也没有具体介绍。Barker 和 Pellegrino 等人虽然提供了具体数字，可是两者仍然相差一倍。

汉语的音节划分一般以字为单位（儿化音节除外），因此分歧不多。英语的音节划分缺乏客观标准，因此分歧很大，主要有两点。第一，如何确定两个音节间的界限？具体说，两个元音间的辅音应该优先归为左边元音的韵尾、还是优先归为右边元音的声母、还是根据其他情况而定？第二，英语的辅音丛主要见于词缘（即词首、词尾），词中相对少见。有人认为所有辅音都必须包括在音节之内（如 Fudge 1969），有人则认为有的词缘辅音可以排除不计（如 Liberman & Prince 1977）。

文章第二节讨论检验音节好坏的标准。第三节讨论英语音节划分中的两个理论分歧。第四节介绍语料的选择。第五节讨论英语音节的几种统计方法并比较其优劣，然后对前人提出的各种音节数进行评估。第六节讨论汉语音节的统计。第七节讨论英汉比较。第八节是结语。

2 检验音节好坏的标准：词缘对应律

学界对音节好坏有个共识，即好音节的起始部分应该见于该语言某些单词的词首、其结尾部分应该见于该语言某些单词的词尾。Vennemann (1988: 32-33) 将这一观点概括为“起始对应律”和“结尾对应律”，见 (1)，其中“声母”指韵腹以前的部分（包括介音）。由于两者都以词缘为标准，我们将其统称为“词缘对应律”。

(1) 词缘对应律 (Vennemann 的定义)

- a. 起始对应律 (Law of Initials): 音节的声母应该见于词首音节的声母。
- b. 结尾对应律 (Law of Finals): 音节的韵尾应该见于词尾音节的韵尾。

比如，comrade “同志”的音节划分不能是[kɔ][mreid]，因为第二音节的声母[mr]违反了起始对应律（英语没有以[mr]起头的单词）；[kɔmr][eid]也不行，因为第一音节的韵尾[mr]违反了结尾对应律（英语没有以[mr]结尾的单词）。而[kɔm][reid]两条对应律都满足，因此是最佳音节划分。

不过，将“起始”限于声母、将“结尾”限于韵尾，仍然存在问题。比如电子词典 CELEX (Baayen et al. 1995) 对 fantastic “棒极了”的音节划分是[fæn][tæ][stɪk]，其中的[stɪ]都划归第三音节的声母，可是 CELEX 对 asphalt “沥青”的音节分析不是[ʔæ][sfælt]，而是[ʔæs][fælt]。既然[sf]见于 sphere “球形”的声母，[ʔæ][sfælt]并不违反起始对应律，为什么 CELEX 不选择[ʔæ][sfælt]呢？原因看来是，英语没有以[sfæ]起头的单词。如果“起始”不只包括声母，而是包括声母和韵腹这两个部分，就可以解释[ʔæ][sfælt]的问题所在，即英语没有以[sfæ]起头的单词。

下面考虑结尾对应律。如果 fantastic 的音节划分是[fæn][tæ][stɪk]，第二音节违反结尾对应律吗？如果光看韵尾，[tæ]没有韵尾，但英语并不要求单词必须有韵尾，比如 happy [ˈhæpi] “幸福”和 panda “熊猫” [ˈpændə] 的第二音节都无韵尾。因此，严格讲[tæ]

并不违反结尾对应律。可是，这个结论有三个缺点。第一，英语没有以[æ]结尾的单词，因此，[tæ]并不满足结尾对应律的原意。第二，传统词典一律不采用 [fæn][tæ][stɪk] 这样的音节划分，而往往采用 [fæn][tæs][tɪk]（如《剑桥英语发音词典》，Jones et al. 2011）。第三，英语母语人对[tæ]（或类似音节）的接受度远远低于[tæs]（或类似音节）的接受度。如果将“结尾”定义为韵母（不包括介音），以上问题都解决了。

以上讨论说明，Vennemann 对词缘对应律的定义不够准确。文章将其加以修改，重新定义为（2）。

（2）词缘对应律（新定义）

- a. 起始对应律：音节的起始段（韵腹及以前部分）应该见于词首音节的起始段。
- b. 结尾对应律：音节的结尾段（韵腹及以后部分）应该见于词尾音节的结尾段。

满足词缘对应律的音节不一定都见于单音节词。比如，cactus “仙人掌”的音节划分是 ['kæɪk][təs]，其中两个音节都满足词缘对应律：第一音节的结尾段 [æɪ] 见于 back [bæk] “背后”的结尾段；第二音节的起始段 [tə] 见于 tomorrow [tə'mɔ:rəʊ] “明天”的起始段。可是，英语的单音节单词里没有 [kæɪk]，也没有 [təs]。不过，这并不说明词缘对应率有问题，主要理由有两条。第一，['kæɪk][təs] 是“仙人掌”的最佳音节划分，任何其他划分都会违反词缘对应律。第二，正如 Halle（1962）所说，符合音系规则的音节（如 [kæɪk]、[hæp]），即使不是现有的单词，母语人也容易接受，而不符合规则的音节（如 [kæ]、[hæ]），母语人则很难接受。

3 英语音节分析中的两个理论分歧

英语的音节划分存在两个理论分歧：第一，如何确定两个音节间的界限，也即元音间的辅音划分。第二，如何处理词缘辅音。

3.1 元音间的辅音划分

关于元音间的辅音划分，主要方法有两种。一种可称为“重长轻短”法，一种称为“声母优先”法（maximal initial clusters 或 maximal onset，直译是“声母尽量大”，Kahn 1976: 41-42）。两者的理论假设不同，见（3），音节长短的定义见（4）。

（3）音节切分的两者观点

- a. 重长轻短：有重音韵母应该长，无重音的韵母应该短。
- b. 声母优先：两个元音之间的辅音，优先划为下一个元音的声母。

（4）音节长短的定义

- a. 长音节：韵母有两个位。
- b. 短音节：韵母有一个位。

常见的长韵母有三类，即双元音、长元音、或短元音加辅音，英语例子分别有 pie [paɪ] “饼”的韵母[ai]、tea [ti:] “茶”的韵母[i:]、和 hat [hæt] “帽子”的韵母[æt]。短韵母有两类，即短元音或音节辅音，英语例子有冠词 the [ðə] 的韵母[ə]以及 and “和”的弱读形式[ɪ]。

讨论过重长轻短现象的学者很多（如 Prokosch 1939: 134; Fudge 1969; Hoard 1971; Bailey 1978; Selkirk 1982; Murray and Vennemann 1983; Vennemann 1988: 30; Kager 1989: 323; Prince 1992; Wells 1990; Hammond 1999: 227-246; Duanmu 2008: 59 等）。声母优先法最早由Kahn（1976: 41-42）提出，接着很快成为生成音系学的主流观点。该方法只考虑声母，不考虑韵尾。下面举例演示两者的区别。

先考虑最常见的情况，即两个元音间只有一个辅音，简称VCV，这类情况占词中音节界总数的70%。VCV包括四种不同环境，各举一例，见表2。

表2 “重长轻短”法和“声母优先”法对VCV的切分比较

例词及音标	环境	声母优先	重长轻短	比较
“今天” today	前轻	['tə][dei]	['tə][dei]	同
“机库” hangar	C是[ŋ]	['hæŋ][ə]	['hæŋ][əz]	同
“柠檬” lemon	前重短	['lɛ][mən]	['lɛm][ən]	异
“婴儿” baby	前重长	['beɪ][bi]	['beɪ][bi]	同

声母优先法将VCV一律切分为V][CV，除非C不能做声母，如“机库”中的[ŋ]。在英语所有的辅音中，[ŋ]是唯一不能做声母的辅音。

重长轻短法的切分理由不同，我们逐一考虑。“今天”的第一音节无重音，韵母应该短，不能有韵尾，因此辅音[d]划归下一音节的声母。“机库”的第一音节的有重音，韵母必须长；由于其元音短，需要韵尾，因此将[ŋ]划归左边元音的韵尾。同样，“柠檬”的第一音节的有重音，韵母必须长；由于其元音短，需要韵尾，因此将[m]划归左边元音的韵尾。“婴儿”的第一音节的有重音，韵母必须长；由于其韵母已经长，不需要韵尾，因此将[b]划归右边元音的声母。分析显示，在多数情况下，两种切分法的结果相同，两者的唯一区别在于重读短元音后的音节界。

不过，重长轻短法有时有不确定性。比如，“婴儿”可以切分成['beɪ][bi] 或 ['beɪb][i]，两者都满足重长轻短的要求，因为第一音节都是长韵母。那么，哪个结果更好呢？又如，“活塞”的切分也有不确定性，因为['pɪst][ən]和['pɪs][tən] 都符合重长轻短（第一音节有重音，韵母都长）。因此，我们需要有个明确的方法来排除重长轻短的不确定性。下面讨论三种方案。

第一种方案可以称为“辅音韵尾尽量少”（Vennemann 1988: 21）。比如，['beɪ]无辅音韵尾而['beɪb]有辅音韵尾、因此['beɪ]优于['beɪb]；同样，['pɪs]的韵尾辅音[s]少于['pɪst]的[st]，因此['pɪs]优于['pɪst]。第二种方案可称为“有条件声母优先”（Revised Max Onset, Duanmu 2020），即在满足重长轻短以后，再考虑声母优先。比如，['beɪ][bi]优于['beɪb][i]，因为前者的第二音节有声母，后者的第二音节无声母。第三种方案尚未见到前人讨论，暂且称为“常见结构优先”，其中“常见”指出现率高。比如，['pɪst]的韵母是VCC、['pɪs]的韵母是VC。可以证明，无论根据什么词典的音节划分，VC都比VCC更常见；比如，在CELEX的单语素词库中、VC韵母的出现率是3068，而VCC韵母的出现率只

有715。因此“活塞”的音节划分应该是 [ˈpɪs][tən]，而不是 [ˈpɪst][ən]。以上三种方案都具有操作性，结果也基本相同，因此我们不做进一步区分。讨论说明，重长轻短的不确定性完全可以避免。

下面我们考虑第二常见的情况，即两个元音间有两个辅音，简称VCCV，这类情况占非词缘音节界总数的20%，包括四种不同环境，各举一例，见表3。

表3 “重长轻短”法和“声母优先”法对VCCV的切分比较

例词及音标	环境	声母优先法	重长轻短法	比较
“申请” apply	前轻	[ə][ˈplai]	[ə][ˈplai]	同
“活塞” piston	前重短	[ˈpɪ][stən]	[ˈpɪs][tən]	异
“四月” April	前重长	[ˈeɪ][prəl]	[ˈeɪ][prəl]	同
“窗户” window	必须两分	[ˈwɪn][dəu]	[ˈwɪn][dəu]	同

声母优先法尽量将VCCV切分为V][CCV。如果CC不能做声母，如“窗户”中的[nd]，则将VCCV切分为VC][CV。

重长轻短法的思路不同，我们逐一考虑。“申请”的第一音节无重音，韵母应该短，因此[pɪ]都划归下一音节的声母。“活塞”的第一音节有重音，韵母必须长；由于其元音短，需要韵尾，因此将[s]划归左边元音的韵尾。“四月”的第一音节的有重音，韵母必须长；由于其韵母已经长，因此将[pr]都划归下一音节的声母。“窗户”的第一音节有重音，韵母必须长；由于其元音短，需要韵尾，因此将[n]划归左边元音的韵尾。分析再次显示，两种切分法的结果经常相同，唯一区别在于某些重读短元音后的音节界。

在两种切分法不一致时，声母优先法都会产生不规范的音节，如“柠檬”的[ˈlɛ]和“活塞”的[ˈpɪ]。这些音节虽然遵守起始对应律，但是都违反了结尾对应律，因此母语人对它们的接受度很低。还有，传统词典的音节划分，如《剑桥英语发音词典》（Jones et al. 2011）、《朗文发音词典》（Wells 2008）等，一般都跟重长轻短法一致，而不会出现声母优先法所产生的问题。

既然“声母优先”有缺点，为什么有人倡导它？其主要原因是，在声母优先法出现时，学界有个普遍假设，即音系结构是分步建成的。这种分析称为“推导法”，也称“有序规则法”（ordered rules analysis）。我们以 Chomsky & Halle（1968：53）对 manager “经理”的分析为例，见表4。

表4 英语“有序规则”分析举例（尚无音节步骤）

顺序	规则	“经理” manager
1	底层结构	[mænVger]
2	重音指派	[ˈmænVger]
3	[g] 顎化	[ˈmænVdʒer]
4	元音弱化	[ˈmænədʒər]
5	表层结构	[ˈmænədʒər]

Chomsky & Halle（1968：53）认为，英语的元音在底层都是非弱化元音。“经理”的第一个元音是[æ] 无争议，第三个元音他们认为底层是[e]（因为这个元音在 managerial

“管理人员”中读[ɪ]，两者之间的关系见他们的讨论，我们从略）。第二个元音不易确定，他们用抽象符号V表示。接下来是重音指派，词重音落在第一音节（原因从略）。然后是[g]顎化变成[dʒ]。最后是元音弱化，即无重音的元音变成[ə]。

Chomsky & Halle (1968) 虽然多次提到音节，但是没有将音节纳入音系构建的过程中。后人很快指出，音系分析应该包括音节（如 Fudge 1969, Hoard 1971, Kahn 1976: 2 等）。而且，音节划分应该先于重音指派。于是，推导步骤也有所增加，例子见表 5。

表 5 英语“有序规则”分析举例（有音节步骤）

顺序	规则	“经理” manager	“加拿大” Canada
1	底层结构	[mænVger]	[kænædæ]
2	音节划分	[mæ][nV][ger]	[kæ][næ][dæ]
3	重音指派	['mæ][nV][ger]	['kæ][næ][dæ]
4	[g] 顎化	['mæ][nV][dʒer]	(无影响)
5	元音弱化	['mæ][nə][dʒər]	['kæ][nə][də]
6	表层结构	['mæ][nə][dʒər]	['kæ][nə][də]
(7)	音节调整	['mæn][ə][dʒər]	['kæn][əd][ə]
(8)	表层结构	['mæn][ə][dʒər]	['kæn][əd][ə]

“经理”的分析增加了音节划分一步，否则跟以前相同（7、8两步下面会讨论）。“加拿大”的底层结构来自 Chomsky & Halle (1968: 75) 的说法，推导过程跟“经理”相似，只是“[g] 顎化”对“加拿大”无影响。

音节划分所示的是 Kahn (1976: 41-42) 的声母优先法。可以看出，这一步产生的音节多数都违反了结尾对应律（比如英语没有以[æ]结尾的单词）。不过，在元音弱化规则运行以后，违反结尾对应律的音节会有所减少。比如，在第2步，“加拿大”的三个音节都违反结尾对应律，而在第6步，只有第一个音节仍然违反。

新分析的重音指派跟音节有关，细节可见 Halle & Vergnaud (1987: 227) 或其他文献，这里从略。

最后的7、8两步置于括号内，因为只有部分人提倡。Khan (1976) 和 Selkirk (1982) 认为，这时候可以继续对表层结构进行“音节调整” (resyllabification)，将[æ]后的[n]前移，作为[æ]的韵尾（他们两人的处理方法略有不同，以上演示的是 Selkirk 的处理）。调整后的表层结构将完全符合“结尾对应律”的要求。

Jensen (2000) 认为，到第6步时任务已经完成：重音位置正确，其他音节也正确，因此，“音节调整”没有必要。而且，在对底层结构进行音节划分时，只有起始对应律有作用，结尾对应律并没有作用。既然如此，何必认为结尾对应律后来应该有作用呢？CELEX 的观点跟 Jensen 相同。不过，事实却是，违反结尾对应律的音节的确有问题，一方面它们从来不见于词尾，另一方面母语人对它们对接受度也很低。

Duanmu (2020) 认为，声母优先法的问题出在有序规则这个假设上。如果音节划分、重音指派、元音弱化等步骤可以同步进行，就不会陷入这个困境。Duanmu (2020) 还论证了，在优选论的框架里，同步分析是可行的。因此，声母优先的必要性也就成为多余。

3.2 词缘辅音的处理

学界对元音的处理基本一致，即所有元音都必须归于音节之内。对辅音的处理却有分歧，主要在于如何处理词缘辅音，即词首、词尾的辅音。这个问题有两种主要观点，可称为“穷尽论”和“非词缘论”（后者也可称为“非穷尽论”），定义见（5）。

（5）处理词缘辅音的两种观点

- a. 穷尽论：所有辅音（包括词缘辅音）都必须归入音节。
- b. 非词缘论：词缘辅音不必都归入音节。

穷尽论是传统观点。比如，一个常见说法是（如 Fudge 1969），英语声母最多可以有三个辅音，如“春天”spring 的声母[spr]，韵母最多可以有五个音（双元音算两个音），即VVCCC，如pounds“磅（复数）”的韵母[aundz]，或VCCCC，如texts“文本（复数）”的韵母[ɛksts]。因此，英语的最大音节可以包含八个音：CCCVVCCC或CCCVCCCC，即使英语并没有这样的单词。CELEX采用的观点也是穷尽论。

非词缘论的观点源于二十世纪七八十年代，如 Liberman & Prince (1977)、Hayes (1980: 2)、Halle & Vergnaud (1987: 227) 等。他们提出，在分析韵律时，词缘往往会多出一些成分。如果将这类成分排除不计，韵律规则就会更加简单。这类成分通常称为“韵律外”（extrametrical）成分。Borowsky (1986: 79; 1989) 将这一观点用来分析英语韵母。她发现，在非词尾位置，英语韵母一般不超过VV或VC，简称VX。在非词尾位置偶尔也会见到超出VX的韵母，不过它们主要是VNC或VVN，其中N指鼻音、而且其发音部位与紧跟其后的辅音相同。比如，pumpkin [pʌmp][kən]“南瓜”的第一个韵母 [ʌmp] 是VNC，county [kaun][ti]“县”的第一个韵母 [aun] 是VVN。Duanmu (2008: 3.4节) 指出，这类反例也有解释。不少前人指出（如：Malécot 1960; Bailey 1978; Fujimura 1979; Cohn 1993），VN经常以鼻化元音 \tilde{V} 的形式出现。换言之，VNC的实际发音往往是 $\tilde{V}C$ 、VVN的实际发音往往是 $\tilde{V}\tilde{V}$ ，这样两者都仍然是VX。比如，“南瓜”的实际发音是 [pʌ̃p][kən]、“县”的实际发音是 [kɑ̃u][ti]。这种发音里，虽然鼻音的位置被删除了，但它的信息并没丢失：它的鼻音信息保留在鼻化元音上、它的发音部位信息保留在后面的辅音上。比如，[ʌmp] 的鼻音 [m] 有两个信息，“鼻音”和“唇音”；在pumpkin的实际发音 [pʌ̃p] 中，“鼻音”信息保留在鼻化元音 [ʌ̃] 上、“唇音”信息保留在 [p] 上。同样，[aun] 的鼻音 [n] 有两个信息，“鼻音”和“舌尖”，在county的实际发音中，“鼻音”信息保留在鼻化元音 [ɑ̃u] 上、“舌尖”信息保留在紧跟其后的辅音 [t] 上。

读者可能会问，英语abruptness [ə][brʌpt][nɪs]“突然性”的第二音节不在词缘，可是韵母[ʌpt]却是VCC，这类情况不少，应该如何解释？非词缘论的回答是，单词可能有多层结构，而词缘不会被词缀掩盖。比如，如果用括号表示词界，那么(abrupt)“突然”有一层词界，[t]处于词尾，而((abrupt)ness)“突然性”有两层词界，[t]和后缀的[s]都处于词尾，因为abrupt是个词，abruptness也是个词。

下面考虑声母。不少人认为（如 Sievers 1876: 111-113, Jespersen 1904: 186, 及其后学者），一个音节只有一个响度峰（sonority peak），Selkirk (1984) 称之为“响度顺序原则”（Sonority Sequencing Generalization）。根据这个原则，韵腹的元音最响，两边的辅音离韵腹越远越弱。因此，声母的辅音丛应该按顺序从弱到响，即越靠右越响。可是，Selkirk (1982) 指出，以[s]开头的辅音丛却是例外。比如，star“星”中，[s]的响

度高于 [t]，如果 [st] 是声母，就违反了响度顺序原则。因此，Selkirk 提出，[s] 应该作为特殊情况处理，可以不计，即 sCC 只算两个辅音、sC 只算一个辅音。

Duanmu (2008: 3.4节) 从一个不同的角度发现，[s] 的确属于特殊情况：sCC 只出现在词首位置；非词首位置的声母都不超过CC，而且其第二个C限于 [w j l r] 之一，因此，这类CC也可称为CR，其中R指近音。Duanmu 还发现，非词首的CR声母受限于一个条件，即两个辅音的发音动作必须能“兼容”，也即可以同时进行。端木三 (2018) 将这类CR称为复合音。比如，[pl] 中，[p] 的发音器官是唇、[l] 的发音器官是舌尖，两个发音器官相互独立，因此两个发音动作不但可以同时进行，实际上也是同时进行的，即在[p] 的双唇合闭时，[l] 的舌尖也已经到位。又如，[θr] 和 [fr]，从响度顺序来看很相似。可是 [fr] 是CR，[θr] 却不是。在 [fr] 中，[f] 的发音器官是唇、[r] 的发音器官是舌尖，两个发音器官相互独立，可以兼容。而在 [θr] 中，[θ] 的发音器官是舌尖、[r] 的发音器官也是舌尖；而且，[θ] 要求舌尖向前，[r] 要求舌尖向后，两个动作无法同时进行，只能依次进行，因此 [θr] 不是CR，而是两个独立的辅音。同样道理，以 [s] 开头的CC声母，如 [st sk sp sn sm] 等，两个辅音的发音动作都不兼容，因为 [s] 的实际发音都早于第二个辅音的发音；在分布上，这些声母也只在词首出现，在非词首位置一律没有。

如果非词首的最大声母是CR，非词尾的最大韵母是VX，英语的最大非词缘音节就是CRVX，这跟汉语的最大音节CGVX相似。而且，如果CR、CG都是“复合辅音”，只算一个辅音（端木三 2018），那么英语汉语的最大音节也可以用CVX来代表（Duanmu 2008: 3.4节）。不过，因为学界经常有人用CGVX来代表汉语音节，CVX容易被误解为没有介音的音节，因此文章仍然用CRVX和CGVX来代表最大音节。

值得注意的是，词缘辅音不一定都在音节外：只有在音节无法容纳词缘辅音时，它们才处于音节外。比如，red [rɛd] “红”的VX韵母是[ɛd]，可以容纳词尾辅音[d]，而ride [raɪ]<d> “骑”的VX韵母是[ai]，无法容纳词尾辅音[d]，因此[d]在音节外（用尖括号表示）。同样，fast [fæst]<t> “快”的词尾辅音[t]在音节外，((fast)ness) [fæst]<t>[nɪs] “快（名词）”的[t]仍然是词缘辅音，也在音节外，而((fast)er) [fæst][tə] “更快”的[t]虽然是词缘辅音，却可以被第二音节的声母容纳，因此它在音节内。

还有一个有关现象是，不超过CRVX的英语音节，一般可以自由搭配，即使不是现有单词，英语母语人的接受度也相当高，可以成为潜在单词（potential words），例子见（6）。而声母不是CR或韵母超过VX的音节，一般不能自由搭配，因为英语母语人一般不会接受这样的搭配结果，例子见（7），其中“*”表示不可接受。

(6) 能够自由搭配的英语音节（每个音节不超过CRVX）

例词	说明
cacfus	音节分析为 [CVC][CVC]，皆不超过CRVX
casrus	音节分析为 [CVC][CVC]，皆不超过CRVX
calrus	音节分析为 [CVC][CVC]，皆不超过CRVX

(7) 不能自由搭配的英语音节（有的声母大于CR、或韵母大于VX）

例词	说明
*cactfus	第一韵母 [ækt] 见单词 act，但是[t]处于VX之外
*casktus	第一韵母 [æsk] 见单词 ask，但是[k] 处于VX之外
*calpsrus	第一韵母 [ælps] 见单词 alps，但是[ps] 处于VX之外

以上现象说明，英语非词缘音节最大不超过CRVX，而词缘音节（包括单音节词）经常大于CRVX。下面我们将CRVX不能容纳的词缘辅音称为“额外辅音”。可见，穷尽论的最大音节依赖的是词缘的额外辅音，非词缘论依赖的是非词缘音节。不过，两者都分别面临一个问题，见（8）和（14）。

（8） 穷尽论

假设：英语最大音节应该以词缘位置为准。

问题：为什么非词缘音节不能大于CRVX？

（9） 非词缘论

假设：英语最大音节应该以非词缘位置为准。

问题：为什么词缘有额外辅音？

虽然穷尽论是传统观点，而且仍然相当流行，可是它面临的问题至今无答案。因此穷尽论只是个没有理论依据的假设。而“非词缘论”所面临的问题却有答案。Duanmu（2008：3.4节）提出，在词缘位置，超过CRVX的额外辅音可以通过构词来解释。具体情况有四种，见（10）。

（10） 构词法跟词缘额外辅音的关系

- a. 如果某语言有元音起头的后缀，词尾可以多出一个辅音。
- b. 如果某语言有元音结尾的前缀，词首可以多出一个辅音。
- c. 辅音词缀，即使在音节之外，也可以在词缘出现。
- d. 根据结尾对应律，跟辅音词缀相同的辅音，即使在音节之外，也可以在词缘出现。

（10a）的例子如 *gulp* [gʌl]<p> “吞咽”，其VX韵母是 [ʌl]，[p] 是额外辅音。因为 [p] 不是词缀，它的存在必须另有原因。根据（10a），这个原因是英语有 -er-、-ing 等元音起头的后缀，*gulp* 加上后缀即形成 *gulper* [gʌl][pə] “吞咽者”、*gulping* [gʌl][pɪŋ] “吞咽（行为）”，其中 [p] 成为后缀元音的声母，不再是额外辅音。

（10b）的例子如 *throne* <θ>[rəʊn] “王位”，其中声母是 [r]，[θ] 是额外辅音。因为 [θ] 不是词缀，它的存在也必须另有原因。根据（10b），这个原因是英语有 de-、re- 等元音起头的前缀。比如，*throne* 加上 de- 即形成 *dethrone* [diθ][rəʊn] “废除王位”，其中 [θ] 成为前缀元音的韵尾，不再是额外辅音。

英语的辅音后缀有 [s z t d θ]。根据（10c），它们都允许存在。其原因是，它们一般总是处于音节外。比如，如果辅音后缀前的音节无重音，如 *pandas* [pæn][də]<z> “熊猫（复数）”的第二音节，那么根据“重长轻短”原则，其韵母必须短，无法容纳后缀。如果辅音后缀前的音节有重音，如 *exams* [ɪg][zæm]<z> “考试（复数）”第二音节，那么其韵母 [æm] 在无后缀时已经是 VX，也无法再容纳后缀。如果音节外的辅音后缀不允许存在，那么英语将无法使用辅音后缀。

（10d）的例子有如 *sculpt* [skʌlpt] “塑造”，其中的 VX 韵母是 [ʌl]，第一个额外辅音 [p] 可以用（10a）解释。第二个额外辅音 [t] 不是后缀，它的存在必须另有原因。根据

(10d), 这个原因是结尾对应律: [ɫɪpt]这组音, 因为[t]是后缀, 在gulped [gʌɫpt]“吞咽”(过去式)、pulped [pʌɫpt]“打浆”(过去式)都可以出现。因此, 母语人已经接受[ɫɪpt]这个词尾组, 不会认为[skɫɪpt]这个“音节”有什么问题。

辅音后缀可以导致多达四个词尾辅音, 如twelfths [twɛlfθs]“十二分之一”(复数), 其中的VX韵母是[ɛɪ]、[f]可以用(10a)解释, 两个后缀[θs]可以用(10c)解释。不过, 这样的例子很少, 而且母语人也觉得读起来绕口。

Duanmu (2008: 3.4节)指出, 词缘辅音跟构词法的关系具有普遍性, 不光英语如此, 其他语言也如此。因此, 穷尽论也必须承认这一事实。下面我们将穷尽论和非词缘论的假设进行一下比较, 见(11)和(12)。

(11) 穷尽论的假设

- a. 非词缘辅音都必须属于某个音节, 否则必须删除。
- b. CRVX以外的词缘辅音的存在, 必须有构词理由。
- c. CRVX以外的词缘辅音的存在, 还必须属于某个音节。

(12) 非词缘论的假设

- a. 非词缘辅音必须属于某个音节, 否则必须删除。
- b. CRVX以外的词缘辅音的存在, 必须有构词理由。

可以看出, 穷尽论比非词缘论多出一条假设, 即(11c)。而且, (11c)还引起一些新问题。首先, 英语的音节变得更加复杂化。其次, 穷尽论仍然无法解释为什么非词缘位置的音节不能超过CRVX。还有, 英语汉语的一个主要共性, 即它们在音节上的相似性, 完全被忽略了。因此, 非词缘论才是最佳理论选择。

以上讨论说明, 以穷结论来分析英语音节, 虽然是习惯做法, 但并无理论依据。相反, 以非词缘论来分析音节, 不但有理论依据, 而且跟事实更加相符。根据这一结论, 英语的最大音节是CRVX, 跟汉语的最大音节CGVX相似。英语词缘位置有可能出现额外辅音, 但它们可从构词法的角度来解释, 不必假设它们都必须属于某个音节之内。

3.3 小结

在音节划分方面, 声母优先法既无优点也无必要, 而且会产生大量违反结尾对应律的不规范音节。在音节定义方面, 穷尽论虽然是流行观点, 但并无理论根据, 而且不能解释为什么产生超大音节的额外辅音仅限于词首或词尾、为什么词尾的第二个额外辅音仅限于跟辅音词缀相同的[s z t d θ]。因此, 最佳的音节分析应该以重长轻短法划分音节、以非词缘论定义音节。下面我们还将从音节数据的角度, 再次评价各种方法的优劣。

4 语料选择

统计音节数量的理想语料是一部大型的、标注全面的、以当代语言为对象的词典。根据这些标准, 文章选择了英语词典CELEX (Baayen et al. 1995) 和《现代汉语词典》(第五版(中国社会科学院语言研究所词典编辑室2005))。下面分别介绍。

4.1 英语音节语料

电子词典 CELEX 全面收录了当代英语，而且标注内容丰富，使用方便。跟音节有关的标注信息见表 6。可以看出，CELEX 标注的是英式英语，不过这跟音节统计关系不大。

表 6 CELEX 英语电子词典部分内容示例

单词	音标及音节界	简化音节	...
...
acerbic	[ə][sɜ:][bɪk]	[V][CVV][CVC]	...
acerbities	[ə][sɜ:][bə][tɪz]	[V][CVV][CV][CVC]	...
acerbity	[ə][sɜ:][bə][tɪ]	[V][CVV][CV][CV]	...
aces	[eɪ][sɪz]	[VV][CVC]	...
...

第二列中方括号表示音节界。第三列是简化音节（也可称为 CV 音节），方括号仍然表示音节界，C 表示辅音，VV 表示双元音或长元音，V 表示短元音。除此以外，CELEX 的标注还包括每个单词的频率，重音位置，词类，所含语素，语素之间的结构关系，异读发音，等等。

有异读发音的词条相当多。对这些词条，CELEX 先列主要发音，后列次要发音。比如，“脓肿” abscess 有两个发音，主要发音为 [æb][sɪs]，次要发音为 [æb][ses]。“起诉” sue 也有两个发音，而且都是主要发音，第一个是 [su:]，第二个是 [sju:]。为了避免重复，我们只用第一发音作为统计对象，理由有两条。第一，非第一发音中的音节，如果在本单词的第一发音里没有，在其他单词的第一发音里一般都有。比如，“脓肿”的次要发音中的 [ses]，在“通行” access [æk][ses] 的主要发音里有。第二，如果某个音节只在第二发音中出现，说明它没有对立功能，不必包括在音节类中。

4.2 汉语音节语料

《现代汉语词典》也是一部大型的、标注全面的当代词典。该词典有多个版本，不过各版之间的音节数差别不大。我们以第五版为例，即《现代汉语词典》（2005）。

5 英语音节数量的统计

本节内容是，1. 介绍 CELEX 的三个词库，2. 讨论标注检验和校正，3. 比较声母优先法和重长轻短法的结果，4. 比较词缘与非词缘音节的类型和数量，5. 比较实际音节和预测音节的数量，6. 对前人提出的音节数进行评估。

5.1 CELEX 的三个词库

CELEX 分列了两个词库：词形词库（word forms）和基本词库（lemmas）。基本词库中又标注了单语素词项与其他词项，因此可以从中提取单语素词库。三个词库的基本信息见表 7。

表 7 CELEX三个词库的基本信息

	词形词库	基本词库	单语素词库
词条数	160595	52447	7401
收录内容	无缀词 词类变化 派生词缀 形态词缀	无缀词 词类变化 派生词缀	无缀词

词形词库收录了无缀词和所有有缀词（词类变化，派生词缀，和形态词缀）。基本词库收录了无缀词和部分有缀词（词类变化和派生词缀，但不收形态变化）。单语素词库只收无缀词，不收词类变化、派生词、或形态变化。因此，单语素词库是基本词库的一个子集，而基本词库又是词形词库的一个子集。我们以跟 *consider* “考虑” 有关的词条为例，三个词库收录词条数见（13）。拼写和读音都相同的词条，它们的的区别见括号内的标注。

(13) 三个词库跟 *consider* “考虑” 有关的词条收录

- a. 词形词库（共39条）：*consider*（4条：不定式、现在第一单数、现在第二单数、现在复数）、*considerable*、*considerably*、*considerate*、*considerately*、*considerateness*、*consideration*、*considerations*、*considered*（6条：过去第一单数、过去第二单数、过去第三单数、过去复数、过去分词、形容词）、*considering*（4条：介词、现在进行时、副词、连词）、*considers*、*inconsiderable*、*inconsiderate*、*inconsiderately*、*inconsiderateness*、*reconsider*（4条：不定式、现在第一单数、现在第二单数、现在复数）、*reconsideration*、*reconsidered*（5条：过去第一单数、过去第二单数、过去第三单数、过去复数、过去分词）、*reconsidering*、*reconsiders*、*unconsidered*
- b. 基本词库（共18条）：*consider*、*considerable*、*considerably*、*considerate*、*considerately*、*considerateness*、*consideration*、*considered*、*considering*（3条：介词、连词、副词）、*inconsiderable*、*inconsiderate*、*inconsiderately*、*inconsiderateness*、*reconsider*、*reconsideration*、*unconsidered*
- c. 单语素词库（共1条）：*consider*

另外，词形词库和基本词库都包含了大量的复合词，如“邮递员” *mailman*、“铁路” *railroad*、“绝对零度” *absolute zero* 等。而单语素词库不包含复合词。

我们用“音节类”（即音标音节类）指元音辅音不同的音节；如果元音辅音相同，仅仅是重音不同，仍然算一个音节类。比如，“对比”的名词是 *contrast* [ˈkɒn][ˌtrɑːst]，动词是 *contrast* [kɒn][ˈtrɑːst]。两个词第一音节的元音不同，分属两类。两个词第二音节的重音不同（前者次重、后者主重），可是元音辅音相同，同属一类。因此，这两个词一共有三个音节类，即[kɒn]、[kɒn]、[trɑːst]。

可以看出，词形词库的音节类最多、基本词库的其次、单语素词库的最少。比如，基本词库有“伴奏人”的单数 *accompanist*，却没有复数 *accompanists*，因此，基本词库有 [nist] 这个音节，却没有 [nists]，而词形词库单数复数都有，所以 [nist] 和 [nists] 都有。在统计音节数量时，我们会考虑这类因素。

5.2 标注检验和校正

词典标注的许多工作都由人工完成，难免有疏忽。因此，在统计前，我们对 CELEX 的标注进行了全面检验，并做了一些校正。

比如，“机库” *hangar* [hæ][ŋə] 里的 [ŋ]，CELEX 划为声母，我们认为这是一个错误。根据起始对应律，声母应该能够在词首出现。因为英语没有以 [ŋ] 开头的单词，它不是英语允许的声母。因此，“机库”的音节划分应该是 [hæŋ][ə]。这类情况为数不多，我们一律做了校正。

其次，CELEX 对词尾的字母“r”增加了一个特殊音标 [r*]，并在简化音节中用 C 表示。比如，“痛” *sore* 的音标是 [so:r*]，简化音节是 [CVVC]。不过，[r*] 并不代表实际发音，比如，“痛” *sore* 跟“锯” *saw* 发音完全相同，其他英式英语词典都不区分两者，可是 CELEX 对 *saw* 的标注是 [so:]，简化音节为 [CVV]，两者都跟 *sore* 的不同。[r*] 的实际意义是，后面如果有元音，它将充当该元音的声母。比如，“痛” *sore* 加后缀 -ing 后发音是 [so:][rɪŋ]，中间的 [r] 有实际发音。我们根据实际发音，对有关符号做了相应调整，例子见表 8。

表 8 对 CELEX 词尾 [r*] 所做的调整

单词	原音标	原简化音节	调整音标	调整简化音节
“痛” <i>sore</i>	[so:r*]	[CVVC]	[so:]	[CVV]
“旅游” <i>tour</i>	[tuər*]	[CVVC]	[tuə]	[CVV]
“锯” <i>saw</i>	[so:]	[CVV]	不变	不变
“痛” <i>soring</i>	[so:][rɪŋ]	[CVV][CVC]	不变	不变
“锯” <i>sawing</i>	[so:][rɪŋ]	[CVV][VC]	不变	不变

音标中，我们删除词尾的 [r*]。简化音节中，我们删除词尾与 [r*] 对应的 C。调整后的标注跟实际发音一致，也保证了相同发音的简化音节也相同。

CELEX 还收录了少量无元音的语气词和缩略词，如 *psst* [ps]（语气词）、*shh* [ʃ]（语气词）、's [z]（*is* 或 *has* 的缩写）、'd [d]（*would* 或 *should* 的缩写）。这类词条是否是音节尚有疑问，而且数量很少（不到十例），我们将它们一律排除。

有少数外来词，发音尚未完全融入英语。比如，“高棉” *Khmer* [kmeə] 的声母 [km]、非洲语言“茨瓦纳” *Tswana* [tswa:][nə] 中的声母 [tsw]、法语借词“章鱼” *octroi* [ɔk][trwa:] 中的声母 [trw]、法语借词“景泰蓝” *cloisonne* [klwa:][zə][nei] 中的声母 [klw]、俄国啤酒“克瓦斯” *kvass* [kva:s] 声母 [kv]，在其他单词中皆不出现。而且，这些单词都有符合英语习惯的读法，依次为 [kə][meə]、[swa:][nə]、[ɔk][troi]、[klɔi][zə][nei]、[kwa:s]。对于这类单词，我们按照符合英语习惯的读法处理。

其他还发现一些错误，比如“未婚夫” *fiancee* [fi][ã:ŋ][sei] 的第二个音节，其他词典一般标注 [a:n]，我们认为后者更合理。“威尼斯百叶窗” *venetian blinds* [və][ni:][fŋ][blaɪnds] 中的 [ŋ] 应该是 [ŋ̥]。“枪支” *fire-arms* [faɪ][ə][ra:ms] 末尾的 [s] 应该是 [z]（复数后缀只有在清辅音后才是 [s]）。“弟兄” *brethren* [brɛ][ðrən] 的第二个声母 [ðr] 不是英语允许的声母（英语没有以 [ðr] 起头的单词），音节切分应该是 [brɛð][rən]。“乔治亚人” *Georgian* [dʒɔ:][dʒjən] 的第二个声母 [dʒj] 与 [dʒ] 并无对立，其他词典都用 [dʒ]。这些情况我们也做了校正。

遇到有疑问但不能确认的情况，我们尽量尊重原文。比如，韵尾 [mb] 只有一例，即单词“抑扬” *iamb* [aɪ][æmb] 第一发音的第二音节。虽然这个音节在第二发音中读 [æm]，而且有的词典只标 [æm]，不过这样的情况我们尊重 CELEX 的第一发音，不做修改。

CELEX 划分音节采用的是声母优先法。为了获得重长轻重法产生的音节和数据，我们对所有的多音节词重新做了音节切分。而且，对所获的音节，我们进一步考察了它们是否属于非词缘音节，并进行了相应的标注。

以 -y 结尾的单词，如 *happy*、*city*、*acerbity* 等，CELEX 用的音标是 [ɪ]，而其他词典一般用 [i]。我们采用后者的标注。它对音节分析的影响不大，我们在下面还会讨论。

5.3 声母优先法和重长轻重法比较

上面讨论过四种音节分析：音节切分有声母优先和重长轻重两种方法，每种又可分以词缘定义音节和以非词缘定义音节。我们先比较声母优先法和重长轻重法。由于词形词库最大，我们先用词形词库对两种切分法进行比较，结果见表 9。

表 9 用词形词库比较声母优先法和重长轻重法

	声母优先	重长轻重	相差比	优者
音节总数（次）	408981	408981	无	同
违反起始对应律（次）	0%	0%	无	同
违反结尾对应律（次）	10%	0%	10%	重长轻重
见于单音节词（次）	51%	60%	9%	重长轻重
音标音节类	11327	11427	1%	基本同
简化音节类	45	46	2%	基本同

词形词库共有 160595 项词条，音节共计 408981 次。两种分析法都不违反起始对应律。不过，声母优先法的音节中，违反结尾对应律的比例是 10%，而重长轻重法的音节中，违反结尾对应律的比例是 0%。由于结尾对应律是音节好坏的主要标准之一，从这个角度看重长轻重法明显占优。

声母优先法产生的音节中，见于单音节词的占 51%，而重长轻重法产生的音节中，见于单音节词的占 60%。见于单音节词的音节都是母语人完全接受的音节，而不见于单音节词的音节则不一定。从这个角度看，重长轻重法也明显占优。

音标音节类指用国际音标区分的音节类。比如，“仙人掌” *cactus* [kæk][təs] 的两个音节音标不同，属于两个音标音节类。如果认为音标音节类的数量越少越好，那么，声母优先法似乎有微弱优势。不过，重长轻重法产生的音标音节类虽然多了 1%，它们都是符

合词缘对应律的好音节，而声母优先法产生的音标音节类虽然少了1%，却包括了10%的坏音节，即违反结尾对应律的音节。

简化音节分别用C和V代表辅音和元音。比如，“仙人掌” cactus [kæk][təs] 的两个音节虽然音标不同，简化音节都是CVC，所以属于一个简化音节类。如果认为音节类的数量越少越好，那么，声母优先法似乎有微弱优势，不过，两种方法的差别不大。

以上数据说明，从产出音节来看，重长轻短法在两个方面明显优于声母优先法，而后者却没有明显优点。

下面我们用单语素词库再次对声母优先法和重长轻短法进行比较。单语素词库共有7401个单词，音节共计11948个。比较结果见表10，所用特征跟表9相同。

表10 用单语素词库比较声母优先法和重长轻短法

	声母优先	重长轻短	相差比	优者
音节总数（次）	11948	11948	无	同
违反起始对应律（次）	0%	0%	无	同
违反结尾对应律（次）	12%	0%	12%	重长轻短
见于单音节词（次）	54%	63%	9%	重长轻短
音标音节类	4402	4497	2%	基本同
简化音节类	31	33	6%	基本同

单语素词库的结果跟词形词库的结果相似，即重长轻短法在两个方面明显优于声母优先法，而后者没有明显优点。

重长轻短多出的两个简化音节类分别是[S]和[SC]，其中S指音节辅音。[S]的例子有“监狱” prison [prɪz][n]的第二音节，[SC]的例子有“农民” peasant [peɪz][nt]的第二音节。在CELEX词典中，音节辅音只用于使用舌尖的辅音之后，如[s z t d ʃ]等。在其他辅音后，CELEX不用[n]而用[ən]，如[lɛmən] lemon “柠檬”、[hæpən] happen “发生”、[beɪkən] bacon “咸肉”等。换言之，[n]和[ən]存在互补关系，没有对立功能。如果[n]也用[ən]表示，则[S]即[VC]、[SC]即[VCC]，而[VC]和[VCC]在声母优先和重长轻短的简化音节类里已经都有。因此，重长轻短的简化音节类跟声母优先的实际上是相同的。

5.4 词缘与非词缘音节比较

下面我们考察词缘作用。由于声母优先法显然不如重长轻短法，我们只根据后者的切分结果来进行讨论。

词形词库包括了大量的复合词和词缀，不容易根据音标来判断哪些是词缘音节、哪些不是，因此不便于考察词缀或词缘的影响。单语素词库没有词缀，很容易判断哪些是词缘音节、哪些不是。因此，我们用单语素词库来考察词缘作用。首先，我们对比词缘和非词缘的音节数量，结果见表11。音节次的共计等于不同位置数的总和。音节类排除了重复，因此共计数小于不同位置数的总和。比如，音标音节类[bai]在每个位置都有出现，但在共计中只计一次，简化音节类CVV在每个位置都有出现，但在共计中也只计一次。数据显示，大多数音节类都来自词缘，即单音节、词首、或词尾。

表 11 用单语素词库考察词缘对音节统计的影响 (“重长轻短”法)

	单音节	多音节词首	多音节词尾	非词缘	共计
音节次	3833	3568	3568	979	11948
音标音节类	3199	1316	1085	310	4496
简化音节类	25	17	29	18	33

下面我们从两个角度考察为什么词缘的音节类多。我们先考察哪些声母只在词首出现，然后考察哪些韵母只在词尾出现。声母共有75种音标，可归为五大类，见表 12。

表 12 单语素词库中出现的声母

声母类	共计 (种)	音标
无	1	
C	23	[b, d, ð, dʒ, f, g, h, j, k, l, m, n, p, r, s, ʃ, t, tʃ, v, w, z, ʒ, θ]
CR	31	[bj, bl, br, dj, dr, dw, fj, fl, fr, gj, gl, gr, gw, hj, kj, kl, kr, kw, lj, mj, nj, pj, pl, pr, sj, tj, tr, tw, vj, θj, θw]
CC	12	[sl, jr, sw, fw, θr, sf, sk, sm, sn, sp, ʃp, st]
CCR	8	[skj, skr, skw, spj, spl, spr, stj, str]

端木三(2018; 2019)将CR称为“复合音”(类似于汉语的CG声母)，其中CR的发音动作可以同时进行，因此可以看成是一个音。CC类的两个辅音属于“有序”发音，即第一个辅音的发音先于第二个辅音。CCR类是在CR声母前加了一个[s]。

接下来考虑各类声母的出现环境，有关数据见表 13。主要结果是，前三类在词首、非词首都很常见，而后两类主要见于词首。

表 13 声母类在词首和非词首的分布

声母类	词首 (次)	非词首 (次)	共计
无	676	1481	2157
C	5024	2783	7807
CR	1037	239	1276
CC	538	35	573
CCR	126	9	135
共计	7401	4547	11948

非词首出现的CC、CCR共44例，占非词首声母总数的1.0%。这些例外值得进一步检验。我们根据出现环境将它们分为几类并各举一例，见表 14。

表 14 非词首CC、CCR的出现环境

CC、CR 出现环境	无 CC、CR 分析	共计
V:]][CCR “小酒馆” bistro ['bi:]][strou]	VC:]][CR ['bis][trou]	1
V:]][CC “篮子” basket ['ba:]][skɪt]	VC:]][C ['bas][kɪt]	6
VN:]][CCR “梵语” Sanskrit ['sæn:]][skɪt]	ŨC:]][CR ['sæ̃s][kɪt]	3
VN:]][CC “学院” institute ['ɪn:]][stə:]][tju:t]	ŨC:]][C ['ĩns][tə:]][tju:t]	4
C:]][CCR “额外” extra ['ɛk:]][strə]	塞擦音+CR ['ɛks][trə]	1
C:]][CC “纺织” textile ['tɛk:]][stail]	塞擦音+C ['tɛks][tail]	2
非单语素词 “恒温器” thermostat ['θɜ:]][mə:]][stæt]	词首 ['θɜ:]][mə:]#[stæt]	5
外来词 “壁板” wainscot ['weɪn:]][skət]	荷兰语: “车+板” wagen#schot	11
其他 “微小” miniscule ['mɪn:]][ə:]][skju:l]		11

“小酒馆”的CCR在长元音[i:]后。由于元音长短在英语中无对立功能（比如[i]跟[ɪ]即使长度相同仍然有音质上的对立），这个语境中如果[i]可以不长，则可以带一个韵尾，这样第二音节的声母就不是CCR，而是CR。英语语音还有一个熟知的现象，即在清辅音前的元音往往都短，比如 beet “甜菜”的元音明显短于 bead “珠子”的元音。

“篮子”类的CC也都出现在长元音后，而且CC的第一个C都是清辅音。因此，前面的元音也可以视为短元音，后面的C可以提前作韵尾，下一音节的声母就不是CC而是C。

关于“梵语”和“学院”类单词，英语语音也有一个熟知的现象，即在VNC（元音、鼻音、辅音）序列中，如果C是清辅音，则VN多以鼻化元音的形式出现。比如，send “送”的实际发音为[sɛnd]，而sent “送”（过去式）的实际发音为[sɛ̃t]（Malécot 1960; Beiley 1978; Fujimura 1979; Cohn 1993）。因此，这类音节的韵尾不是鼻音，而是鼻音后的清辅音。而下一音节的声母不是CCR或CC，而是CR或C。

“额外”和“纺织”类单词中都有个CCC辅音组，其中前两个辅音可以组成塞擦音，包括发音部位不同的塞音和擦音，如 [ks ps]。这类辅音中，塞音和擦音的动作可以同时进行。比如，[ks]的[k]在开口前，[s]的发音动作也已经到位。如果塞擦音可以作为一个辅音当韵尾，那么下一音节的声母就不是是CCR或CC，而是CR或C。

“恒温器”和“壁板”类都不是单语素词，中间有词界（以#表示），因此，其中的CC或CCR声母都不是典型的非词首声母，而是词首声母。

剩下的11个单词除“微小”外还有“芦笋” asparagus [ə'spærəgəs]，“缓和” assuage [ə'sweɪdʒ]，“震惊” astound [ə'staund]，“敏锐” astute [ə'stju:t]，“护送” escort (动词)

[ə'skɔ:t], “回应” respond [rɪ'spɒnd], “牧师” minister ['mɪnɪstə], “胡子” moustache [mə'stɑ:ʃ], “胡子” mustachio [mə'stæʃiəu], “险恶” sinister ['sɪnɪstə]等10个, 其中的CC都是[sk sp st]之一, 而且前面的音节皆无韵尾。它们应该如何处理我们暂时不加评论。

以上讨论说明, 非词首所见的CC和CCR声母很多都不是典型例子。如果排除特殊情况, 反例所占的比例最多只有0.5%, 甚至更低。

下面考虑韵母。单语素词库中共有11948个音节, 其韵母可归为18类。所有类都可以在词尾出现。非词尾可以出现的有8类, 见表15。非词尾不出现或不该出现的有10类, 见表16。为行文方便, 我们将韵母长度分为短、双位、超长三类。数据显示, 超长韵母主要在词尾出现。下面我们逐一讨论各种情况。

表 15 单语素词库中词尾非词尾都可以出现的韵母

韵母类	长度	音标例	词尾 (次)	非词尾 (次)	共计
S	短	[ŋ]	792	52	844
ə	短	[ə]	545	914	1459
V=VV	双位	[i]	185	56	240
VC	双位	[æɪ]	1820	2141	3961
VV	双位	[i:]	998	1308	2306
V:C=VC	双位	[i:t]	791	27	818
V:N=VN	双位	[i:n]	230	11	241
VNC=V̂C	双位	[ɛnt]	239	8	247
共计			5600	4517	10117

表 16 单语素词库中非词尾不出现 (或不该出现) 的韵母

韵母类	长度	音标例	词尾 (次)	非词尾 (次)	共计
SC	双位	[nt]	64	0	64
əC	双位	[əs]	215	6	221
əCC	超长	[əst]	9	0	9
VND	超长	[ɛnd]	72	0	72
VCC	超长	[ækt]	325	3	328
VVC	超长	[ais]	677	7	684
VVN	超长	[aim]	200	13	213
VCCC	超长	[ɛkst]	22	0	22
VVCC	超长	[eist]	216	1	217
VVCCC	超长	[ailst]	1	0	1
共计			1801	30	1831

韵母类中等号表示左边的形式与右边的无对立, 细节见下。韵母符号中S代表音节辅音 [l m ŋ]; 由于韵母[əl əm ən]跟音节辅音[l m ŋ]没有对立, 我们将它们也归为S类。C代表

辅音、V代表不含[ə]的元音。有的辅音我们进行了细分，如VND表示N后是浊辅音、VNC表示N后是清辅音；VVN表示韵尾是鼻音、VVC表示韵尾是非鼻音。有的元音我们也进行了细分，如V:C和V:N表示元音是长元音、VVC和VVN表示元音是双元音。

我们先考虑非词尾可以出现的韵母。短韵母S、[ə]皆无重音，也符合重长轻短，因此，它们在非词尾的出现符合预测。

V类有[i]、[u]两种，而且限于两个特殊语境：一个是词尾（如“幸福”happy ['hæp][i]的第二音节）、一个是在元音前（如“警告”caveat ['kæv][i][æt]的第二个元音和“小调”[,mɪn][ju][et]的第二个元音）。Chomsky & Halle (1968: 111) 认为，这两个语境是元音弱化的例外。Borowsky (1986: 231) 也说，这里的元音实际上是长元音VV。根据这种观点，这类情况并不违反重长轻短原则。

双位韵母VC、VV的元音都不是[ə]。Chomsky & Halle (1968) 认为，元音只要不是[ə]，音节一般都有重音（主重音或次重音）。因此，它们符合重长轻短，在非词尾的高频出现率也不意外。

英语元音的音长没有对立功能。比如，[i:]如果发成短元音[i]仍然可以跟[i]保持对立。因此，V:C可以跟VC归为一类。同样，V:N也可以归为VN，也即VC。

VNC中NC的发音部位都相同，而且C都是清辅音。上面说过，这类韵母的实际发音一般都是[VC̃]，即VN以鼻化元音的形式出现。因此，VNC可以算双位韵母，在非词尾出现也不意外。Borowsky (1986: 231) 也注意到VNC可以在非词尾出现，不过她的解释不同：她认为，只要NC发音部位相同就可以。我们的数据显示，如果N后的辅音是浊音（上面标注为VND），非词尾并没有出现的例子。因此，我们的分析更精确。

现在考虑非词尾不出现或不该出现的韵母。如果额外辅音只能在词尾出现，那么非词尾，无重音韵母应该短，否则不该出现，超长韵母也不该出现。SC、əC、əCC都不是短韵母，而且都无重音，因此不该在非词尾出现，但əC在非词尾出现6例。其他七类超长韵母如果无法归为双位韵母，也不该在非词尾出现，不过仍然出现24例。这30例共有五类，占非词尾韵母总数的0.7%。它们仍然值得进行进一步考察，结果见表 17，其中的VV只包括双元音。

表 17 非词尾例外韵母的进一步考察

韵母	单词	排除项 (理由)	剩余单词
əC	6	1 (外来)	5
VCC	3	3 (非单语素)	0
VVC	7	4 (非单语素)	3
VVN	13	13 (ṼṼ)[C]	0
VVCC	1	1 (非单语素)	0

əC 类的“伏击”ambuscade [ˌæm][bəs][ˈkeɪd]是法语借词，跟英语单词ambush同义。如果这例不算，还剩五例：“反对”object [əb][ˈdʒekt]、“发作”paroxysm [ˈpær][ək][ˌsɪz][əm]、“成功”succeed [sək][ˈsi:d]、“成就”success [sək][ˈses]、“简

洁” succinct [sək][ˈsɪŋkt]。可以看出，六例中有四例都包含[ks]，不过我们不准备探讨[ks]的作用。

VCC类的三例都是多语素词：“废话” cods#wallop、“六重奏” sex#tette、“六胞胎” sex#tuplet。其中的VCC都不在典型的词尾位置，而是在词尾，即 cods、sex（sex是six“六”的古式拼写）。

VVC类有四例来自多语素词：“甜点” pastry (paste#ry “面团”加后缀)、“前舱” forecastle (fore#castle “前”加“堡”)、“穗甘松油” spikenard (spike#nard “穗”加“甘松”)、“败家子” wastrel (waste#rel “浪费”加后缀)。这几例的VVC都处于词尾，因此不是真正的反例。剩下的三例来自“佩斯利”（地名）Paisley [ˈpeɪz][li]、“士兵” soldier [ˈsəʊl][dʒə]、“诙谐曲”（意大利语借词）scherzo [ˈʃkeɪt][səʊ]。

VVN类韵母不能直接变成鼻化元音 [ṼṼ]，否则将失去鼻音发音部位的对立功能。比如英语的line [lain]“线”和lime [laim]“酸橙”有对立，因为[n m]的发音部位不同，如果都变成[lāi]，两者的对立就消失了。可是，如果VVN后面有一个跟N发音部位相同的辅音，即使VVN变成[ṼṼ]，也不会失去对立信息。比如，counter [ˈkaʊn][tə]“柜台”的发音如果是[ˈkāū][tə]，[n]的鼻音信息保留在元音上、发音部位信息保留在辅音[t]上，因此所有对立特征仍然存在，不会与其他单词混淆。考察发现，非词尾的13个VVN韵母后面都有一个发音部位跟N相同的辅音。因此，这些VVN可以全部归为双位韵母[ṼṼ]。

VVCC韵母只有一例，即“软膏” ointment [ˈɔɪnt][mənt]。不过，根据 Dictionary.com (2021)，这个词是 anoint#ment（“涂抹”加后缀）的省略式，其中的超长韵母[ɔɪnt]（或原式的[ənoɪnt]）处于词尾，因此该韵母不是真正的反例。

以上讨论说明，非词尾所见的例外韵母很少，最多占非词尾韵母的0.7%。如果排除特殊情况或非典型例子，则例外更少，仅占0.2%。

我们用“仅见于词尾”的韵母指非词尾不出现（或不该出现）的十类韵母。它们都有额外辅音，见表18。括号中的“有”表示非典型例子，括号中的“无”表示无典型例外或例外极少。

表 18 仅见于词尾的韵母中的额外辅音

韵母类	长度	词尾	非词尾	额外辅音
SC	双位	有	无	C
əC	双位	有	(无)	C
əCC	超长	有	无	CC
VND	超长	有	无	C
VCC	超长	有	(无)	C
VVC	超长	有	(无)	C
VVN	超长	有	(无)	C
VCCC	超长	有	无	CC
VVCC	超长	有	(无)	CC
VVCCC	超长	(有)	无	(CCC)

VVCCC 仅见于 whilst [wailst] “同时”一例，而且是仿古体，当代英语的形式是 while [wail]。如果不计此例，词尾韵母只比非词尾多出一个或两个辅音。有两个额外辅音的情况共238例，可分为三种情况，见表 19。为了醒目，我们用尖括号表示额外辅音。

表 19 词尾超长韵母多出两个辅音的三种情况

情况及例子	分析	共计
末尾辅音是[s z t d] “门栓” bolt [bɔu]<lt>	末尾辅音是[s z t d]	205
末尾辅音不是[s z t d]，有长元音 “问” ask [ɑ:]<sk>	只有一个额外辅音 [ɑs]<k>	25
末尾辅音不是[s z t d]，韵尾是 NC “范围” range [rei]<ndʒ>	只有一个额外辅音 [rɛi]<dʒ>	8

“门栓”类单词属于典型情况。“问”类单词都有长元音；如前所说，长元音后如果有额外辅音，可以读成短元音，然后从后面取一个辅音做韵尾。“范围”类单词都有元音加鼻音。如果后面有发音部位相同的辅音，可以读成鼻化元音。因此，“问”和“范围”这两类只有一个额外辅音。换言之，韵母后的第一个额外辅音基本没有限制，而第二个额外辅音都是[s z t d]之一。而且，就连有三个额外辅音的whilst [wai]<lst>也符合这一结论：其第二、第三个额外辅音[st]都在[s z t d]之内。

以上讨论说明，非词缘论产生的音节相当简单，基本限于CRVX以内，即声母不超过CR、韵母不超过VX。穷尽论产生的音节却相当复杂。还有，非词缘论可以从构词法的角度解释为什么英语的词首可以多出一个辅音、词尾可以多出两个辅音，而穷尽论无法解释为什么超过CRVX的音节不能在非词缘位置自由出现（讨论见第三节）。因此，非词缘论比穷尽论更简单、能解释的现象更多。不少学者在讨论重音分布时也提出过，英语词尾的辅音可以排除不计（如 Liberman & Prince 1977; Hayes 1980: 2; Prince 1992）。文章为他们的观点提供了进一步证据。

5.5 从非词缘论看实际音节与预测音节的数量

“实际音节”指词库中有的音标音节。实际音节有的是单音节词，有的不是。比如 cat [kæt] “猫”是单音节词，而“仙人掌” cactus [kæk][təs]的两个音节都不是。

“预测音节”指符合某个理论要求的音节，它们包括实际音节，也包括潜在音节，后者指现在不出现，但母语人接受度高、因此今后有可能出现在新词中的音节。

我们先考虑实际音节。根据以上讨论，我们采用重长轻短划分音节。统计数据见表 20。如果包括词缘辅音，音标音节类总数为4496，其中2791不超过CRVX，也即声母都不超过CR、韵母都不超过VX。具体说，韵母包括表 15所列的各类、但不包括表 16所列的各类。

表 20 单语素词库实际音标音节统计

音标音节类	
大于CRVX	1705
CRVX内	2791
共计	4496

下面我们从大于CRVX的1705个音标音节类中排除额外词缘辅音，以便考察由此所获得CRVX音节有多少已经包括在直接切分出的CRVX音节内。数据见表 21。

表 21 单语素词库实际音节统计（排除词缘辅音）

音节（CRVX）	次（占比）	音标类（占比）
直接切分有	11620（97%）	2791（92%）
直接切分无	328（3%）	236（8%）
共计	11948	3027

“直接切分有”指的是某CRVX音节见于直接切分出来的结果。这类情况有两种。一种是切分结果已经是CRVX，一种是切分结果在排除词缘辅音以后跟从其他单词直接切分出的CRVX音节相同。比如，“交易（动词）” *transact* [træŋ][zækt] 的第一个音节属于直接切分出来的CRVX音节；第二个音节大于CRVX，但是如果不计词尾辅音[t]，也是CRVX音节。虽然这个[zækt]不是直接切分结果，可是它见于从其他单词直接切分出的结果，比如“交易（名词）” *transaction* [træŋ][zækt][ʃn] 的第二音节。因此，“交易（动词）”的两个音节都属于“直接切分有”的CRVX。

“直接切分无”指的是排除词缘辅音后所获的CRVX音节不见于任何直接切分结果。比如“十二” *twelve* [twelv] 超过了CRVX，排除词尾辅音[v]后即[twel]，属于CRVX音节，可是不见于任何单词的直接切分结果。又如“滑行” *slither* [slɪð][ə] 的第一音节超过了CRVX，排除词首辅音[s]后即[lɪð]，属于CRVX音节，可是也不见于任何直接切分所获结果。

以上数据显示，排除词缘辅音后，英语音节基本上都见于直接切分出的CRVX音节。来自词缘的、且不见于直接切分结果的CRVX音节数量很少。而且，可以证明，由于所有词条都来自单语素词和词缀的搭配，如果用其他词库进行统计，也会获得类似结果，即如果排除词缘辅音，英语的音标音节类总数为三千左右，而且基本都是CRVX音节。

下面考虑预测音节。限于篇幅，我们只考虑一种预测方式，即声母韵母可以自由搭配（简称“声韵推算法”）。有关数据见表 22。

表 22 预测音节数量比较（声韵推算法）

	包括词缘辅音	排除词缘辅音（CRVX）
实际音标音节类	4496	3027
实际声母类	75	55
实际韵母类	507	249
声韵推算法音节类	$75 \times 507 = 38025$	$55 \times 249 = 13695$
过度预测率	$38025/4496 = 8.5$ 倍	$13695/3027 = 4.5$ 倍

如果包括词缘辅音（穷尽论），预测音节总数为38025类。如果排除额外词缘辅音，预测音节总数为13695类，而且基本都是CRVX音节。两种预测都超过实际音节数量。不过，穷尽论的过度预测率大于非穷尽论的过的预测率。如果过度预测率越小越好，非词缘论显然优于穷尽论。

5.6 对前人说法的评估

文章第一节提到过前人对英语音节总数的一些说法。现在我们根据实际统计结果对这些说法进行评估。

叶斯柏森（Jespersen 1930）认为英语音节总数在158000以上。这个数量不但远远超过单语素词库的实际音标音节总数（4496），而且远远超过词形词库的实际音标音节总数（11427）。叶氏的结果来自三个决定：首先，他采用穷尽论来定义音节；其次，他包括了各种词缀；最后，他假设声母、韵腹、韵尾可以自由搭配（简称“声腹尾推算法”）。叶氏认为，英语有66个声母、21个韵腹、117个韵尾，三者自由搭配产生 $66 \times 21 \times 117 = 162162$ 个不同音标音节，跟他说的158000相去不远。

进一步考察发现，叶氏的分析有两点不足。首先，他的统计不够精确。比如，叶氏漏掉了许多声母，如[sf, sj, sl, sm, fm, sn, fn, fp, sr, sv, sw, fw, θw, gw, pw]等，其中不少是常见声母，如[sm, sn, sl]以及零声母。又如，叶氏的韵尾数是117，而CELEX词形词库起码有182个韵尾（不包括外来发音）。如果按照词形词库中的声母、韵腹、韵尾数进行自由搭配，预测音节总数应该是375648，比叶氏的估计高出一倍。第二点不足是，“声腹尾推算法”的过度预测率太高。比如，词形词库一共有11427个的实际音节类。“声韵推算法”的预测音节数是98298，过度预测率为8.6倍，而“声腹尾推算法”预测的音节数是375648，过度预测率高达32.9倍。

金田一春彦（1985）认为英语至少有80000个音节。由于词形词库的实际音节数也有一万，金氏所说的应该是预测音节。不过，由于金氏没有解释统计方法，我们不做更多评论。

潘文国（1997：154）对英语音节总数的估计是10000左右。潘氏没有讨论统计方法，不过，如果用穷尽论来分析词形词库中音节，所获得实际音节数（11427）跟潘氏的总数相差不大。

Barker（2009）认为，英语有15831个实际音节类。从他所给的音节表看，他采用了穷尽论，而且包括了各种词缀（如过去式、复数等）。Barker的分析也有明显错误，主要是英美发音都包括、作为不同音节统计。如果只算英式发音（或只算美式发音），他的音节总数应该在11000左右，类似用“穷尽论”分析词形词库所获的结果。

朱晓农（2010: 309）认为英语音节在5000到7000之间。其下限略高于于根据穷尽论从单语素词库所获的音标音节数，其上限的所指则不清楚，原文也无解释。

Pellegrino et al. (2011) 的音节分析是穷尽论和声母优先，所说的音节总数为 7931，而CELEX基本词库的音节数是7120，两者相差811个音节。而且，7120 这个总数包括了为词尾字母“r”所增加的特殊音标 [r*]，用于区分“痛” sore [so:r*]和“锯” saw [so:]这类发音相同的词对。如果根据实际发音，基本词库的音节更少，只有6925个。由于Pellegrino 等人没有对数据来源提供解释，我们无法确定上述差异的来源。

史有为（2019）认为，英语音节总数的下限是3000、上限是40000。下限估计指实际音节数，上限显然属于推算音节数。由于他没有解释分析方法，我们不做更多评论。

总之，前人的观察从各个侧面反映了英语音节数的某些特征，文章力图为读者提供英语音节分析和统计的全貌。

6 汉语音节数量的统计

汉语基本上没有词缀。少数类似词缀的语素，如“副部长”的“副”、“反潮流”的“反”、“工业化”的“化”，都是十足的音节，并不需要其他辅音来填充声母或韵尾，词根也不会因此而多出一个辅音。轻声后缀，如“桌子”的“子”，也不缺乏辅音声母。北京话的儿化韵，无论看成是元音后缀[ə]还是辅音后缀[r]，可以取代词根音节的韵尾，但是不会改变词根音节的大小。比如，“板”[pan]加[r]的结果是[par]，韵母仍然是VX。还有，汉语的音节都可以自由搭配（除非违反汉语的韵律要求，比如多音节词不能以轻声音节开始）。本节分三步讨论汉语音节：普通音节，轻声音节、儿化音节。

6.1 汉语的普通音节类

我们用“普通音节”指非轻声、非儿化音节。汉语的普通音节都可能以单语素形式出现。多音节语素，一般也都由普通音节组成。比如，双音节语素“玛瑙”的第一音节跟单音节词“马”相同，第二音节跟单音节词“脑”相同。

汉语普通音节的最大结构是CGVV或CGVC，简称CGVX，学界基本有共识，其中C是辅音，G是介音，VV是双元音或长元音，V是短元音。我们将CG称为声母，VX称为韵母。《现代汉语词典》中普通音节类的数据见表 23，声母见表 24，韵母见表 25。

表 23 汉语普通音节的声母、韵母、和音节数

统计对象	数量
实际声母	50（包括零声母）
实际韵母	72（包括声调）
实际音节	1276
声韵推算	$50 \times 72 = 3600$
过度预测率	$3600/1276 = 2.8$ 倍

表 24 汉语普通音节的声母

声母类	共计	音标
零声母	1	[0]
单音	23	[p p ^h m f t t ^h n l k k ^h x tɛ tɛ ^h ɛ tɕ tɕ ^h ɣ ts ts ^h s r j w 0]
复音	26	[tw t ^h w nw lw kw k ^h w xw tɛw tɛ ^h w ɛw tɕw tɕ ^h w ɣw tsw ts ^h w sw rw pj p ^h j mj tj t ^h j nj lj lq nq]

表 25 汉语普通音节的韵母

	共计	音标
不计声调	18	[a: o: ɤ: e: i: u: y: z: r: ai ei au ou an ɤŋ aŋ ɤŋ uŋ]
包括声调	72	[ā: á: ǎ: à:], [ō: ó: ǒ: ò:], ...

普通音节的声母共50个，其中[0]代表零声母（即无声母）。[tɛ tɛ^h ɛ]前人经常写成[tɛj tɛ^hj ɛj]（如Chao 1934），不过这两组音标没有对立功能，我们采用了简单的一组（有关讨论见Ao 1992；端木三 2019）。

普通音节的韵母共18个，加上声调后72个。前九个韵母是单音韵母，在普通音节中长度跟其他韵母相似，我们加了长音符号。“四”和“日”的韵母高本汉（Karlgren 1915-1926: 294-297）称为“舌尖元音”，我们从赵元任（Chao 1968: 24），分别用音节辅音[z:]和[r:]表示。轻声音节、儿化韵下面会分别讨论，这里不包括，以免重复。语气词的鼻音韵母[m n ŋ]也没有包括。

元音符号的选择，学界不完全一致，比如[ɤŋ]有人用[əŋ]、[e:]有人用[ɛ:]，不过这些区别跟下面的讨论关系不大。

实际出现的普通音节有1276个。按照“声韵推算法”，预测音节有3600个，过度预测率是实际音节的2.8倍。以上结果暂时还不能跟前面的英语数据相比，因为英语数据包括了所有音节，而汉语数据还没有包括轻声音节和儿化音节。

6.2 汉语的轻声音节类

汉语的轻声音节有三个主要特点。第一，轻声音节之间没有声调对立。第二，轻声音节的时长比普通音节短。第三，轻声音节的声母韵母都有不同程度的弱化。前人对轻声音节的讨论多以举例为主，尚未见到完整的、用音标转写的轻声音节表。因此，我们无法精确统计汉语轻声音节类的总数。下面我们采取两个不同的方法来统计。

首先，赵元任（Chao 1968: 36）认为，几乎任何一个普通音节都可以读成轻声音节。我们先根据这个说法来估计汉语的轻声音节数量。如果不计声调，汉语的1276个普通音节只有400个拼音书写形式。不过，拼音书写形式并不等于轻声音节种类，因为轻声音节除了失去声调以外，还会失去其他对立，因此轻声音节的实际语音形式会少于400个。

根据前人的描述（如高名凯、石安石 1963: 83-85；Chao 1968: 37；林茂灿、颜景助 1990；鲁允中 1995: 85-99；王茂林 2011；等），跟普通音节相比，轻声音节经常出现的变化有表 26 所列的各类（下横线表示有关音节）。

表 26 音节变轻声时发生的变化举例

变化	举例
声母浊化	[ç]→[j] “王先生”
	[ʃ]→[r] “不是他”
双元音变单元音	[ou]→[o] “木头”
	[ai]→[e] “脑袋”
其他元音变[ə]	[u]→[ə] “要不”
	[o]→[ə] “胳膊”
	[a]→[ə] “爸爸”
舌尖音变[ə]	[ʒ]→[ə] “蚊子”
鼻音韵尾脱落	[ən əŋ]→[ə] “安闲、相声”

这些变化可以使有元音辅音对立的普通音节变成相同的轻声音节。比如“王先生”的轻读形式可以跟“王盐人”失去对立，分析见表 27。

表 27 轻声音节变化举例

汉字	先	生	盐	人
普通音节	[ɛan1]	[ʃən1]	[jan2]	[rən2]
去声调	[ɛan]	[ʃən]	[jan]	[rən]
擦音浊化	[jan]	[rən]		
元音央化	[jən]		[jən]	
韵尾脱落	[jə]	[rə]	[jə]	[rə]

那么，400个音节变轻声以后会合并为多少音节呢？答案恐怕是，要看发音人有多随意，越随意失去的对立越多、合并后的种类越少。如果合并律是50%，那么轻声音节有200个。如果合并律是25%，那么轻声音节有300个。正确的答案估计应该在这两个合并律之间，因为两者差别不太大，我们不细究。

第二个统计方法是根据《现代汉语词典》的标注，该词典有三千多个词条含有轻声音节。如果不计声调（轻声音节无声调对立），一共有289个不同的拼音形式。不过，正如前面所说，轻声音节的读音形式要少于它们的拼音形式。根据以上的推算，轻声音节的语音形式应该在145（50%的合并律）和217（25%的合并律）之间。

综上所述，我们认为赵元任的估计略微偏高：虽然理论上每个普通音节都可以读轻声，可是实际上不是每个音节都已经被用上。《现代汉语词典》标注的轻声音节，应该还是比较全面的，因为里面有很多是可读轻声也可以不读轻声。因此，我们认为汉语轻声音节的数量最多在200左右。

6.3 汉语的儿化音节类

汉语的儿化音节指韵母有卷舌音的音节，前人对此有不少讨论（如 Chao 1968: 46-51；林焘、沈炯1995；鲁允中 1995: 85-99）。单语素的儿化音节只有 [aə² aə³ aə⁴] 三个，如“儿、耳、二”。其他儿化音节都是通过普通音节加“小称”后缀“儿”合并而

成，我们用[X儿]表示。合并的结果都是单音节，比如“狗”是[kou3]，“[狗儿]”是[koə3]。

儿化音节可以是轻声音节，比如北京话“八[哥儿]”的“[哥儿]”[kə]。不过，绝大多数儿化音节不是轻声，而是类似普通音节，韵母有两个音位，而且有声调对立。比如，“小[狗儿]”[ɛau3][koə3]跟“小[沟儿]”[ɛau3][koə1]不同，对立在第二音节的声调，“儿、耳、二”[aə2 aə3 aə4]的对立也在声调。

北京话可以用小称形式“小[X儿]”来称呼熟人，其中的X可以是姓或者是名，如“小[汪儿]”、“小[王儿]”、“小[旺儿]”。因此，几乎所有的汉语音节都可以产生儿化。不过，许多有对立的音节类在儿化后会失去对立、产生合并，例子见表28。

表 28 儿化引起的音节类合并

儿化前有对立	儿化后合并
洼、歪、弯 [wa:1 wai1 wan1]	[waə1]
魂、活 [xwɤn2 xwo2]	[xwɤə2]

根据《现代汉语词典》，儿化韵母共有十类，见表29。音标的选择上我们做了以下调整：不计介音（因为介音不变）、用[ə]取代[r]（以求更符合实际发音）、用[ɔə]取代[ɑoə]（以求更符合实际发音，并且保持与[oə]的对立）、用[ɤə]取代[eə]（以求更符合实际发音，同鲁允中1995：85-99所用音标）、用[ə:]取代[ər]（以求更符合实际发音）、用[oə]取代[ouə]（以求更符合实际发音，且两者无对立）、用[u:]不用[uə]（避免将[u]误认为是介音）、用[ũə]不用[õə]（从Chao 1968：24，认为“工、熊”的元音是[u]，不是[o]）。

表 29 儿化后的VX韵母举例

儿化韵	例字（省略声调）
[aə]	马、盖、盘、匣、点、花、块、玩、远 [ma:, kai, p ^h an, ea:, tjan, xwa:, k ^h wai, wan, ɤan]
[ɔə]	包、条 [pau, tjau]
[ɤə]	歌 [kɤ:]
[eə]	碟、月 [t ^h je:, ɤe:]
[oə]	头、球、婆、窝 [t ^h ou, t ^h ou, pwo:, wo:]
[ə:]	字、辈、根、皮、心、味、纹、鱼、裙 [tsz:, pei, ken, p ^h i:, ɛin, wei, wen, qi:, t ^h ɤyn]
[ãə]	缸、秧、黄 [kaŋ, jaŋ, xwaŋ,]
[ɤ̃ə]	灯、影、翁 [tɤŋ, jɤŋ, wɤŋ]
[ũə]	工、熊 [koŋ, eoŋ]
[u:]	肚 [tu:]

鲁允中（1995：85-99）将“灯影翁”和“工熊”合为一类，共9类；我们认为两种韵母不同（前者不圆唇、后者圆唇），故仍然保留《现代汉语词典》的十类。另外，这些

韵母的儿化并不限于韵尾，常常贯穿整个韵母。因此，有的韵母也可以写成带儿化（以及鼻化）的长元音，如[aə] = [aː]、[ɔə] = [ɔː]、[ãə] = [ãː]、等。

上面讨论过，普通音节的十八个韵母分别有四个声调。由于儿化不改变原音节的声调，每个儿化韵母也有四个声调。根据这些特征，我们可以推算儿化音节的总数：儿化音节保留了原音节的声母（包括介音），不过将原来的韵母（包括声调）从 $18 \times 4 = 72$ 个合并为 $10 \times 4 = 40$ 个。因为每个韵母跟声母的搭配数量不完全一样，我们粗略估计，儿化音节类的总数应该是普通音节的一半左右，也即 $1276 / 2 = 638$ 个。

6.4 小结

现在我们将汉语的各种音节类总结一下，见表 30。数据没有包括以鼻音 [m n ŋ] 为韵母的音节，如“姆、旯、嘬、噱、哼”[m1 m2 m3 hm0 hŋ0] 等，总共11个。这些音节有的只见于方言，其他多数是语气词。因为英语的类似音节我们没有包括，汉语的我们也排除不计。

表 30 汉语音节类统计总结

普通音节	1276
儿化音节	638
轻声音节	200
总数	2114

7 英汉音节比较

我们首先比较音节总数。由于声母优先法没有理论根据、也无任何优点，我们只用重长轻短法所获的英语音节进行比较，结果见表 31

表 31 英汉实际音节总数比较（重长轻短切分法）

英语（穷尽论）	英语（非词缘论）	汉语
4496	3027	2114

如果包括词缘辅音（穷尽论），英语的音节总数大约是汉语的2倍。如果排除额外词缘辅音（非词缘论），英语的音节总数大约是汉语的1.5倍。两个结果都大大低于前人的估算。

英语的音节总数多于汉语，主要是因为英语的声母韵母都多于汉语。我们根据非词缘论，以英汉非轻声音节进行比较，结果见 (44)。英语的249个韵母中，有6个是轻声韵母，其余243个是非轻声韵母。汉语的112个非轻声韵母中，72个来自普通音节（ $18 \times 4 = 72$ ），40个来自儿化音节（ $10 \times 4 = 40$ ）。

表 32 英汉非轻声音节比较（非词缘论）

	英语	汉语
实际声母数	55（包括零声母）	50（包括零声母）
实际韵母数	243	112（包括声调）
实际音节数	2904	1914
声韵推算法	$55 \times 243 = 13365$	$50 \times 112 = 5600$
音节使用率	$2904/13365 = 22\%$	$1914/5400 = 34\%$

在非轻声音节中，英语的声母比汉语多5个，韵母比汉语多131个。根据声韵推算法，英语的非轻声预测音节数是汉语的2.4倍，可是实际出现的非轻声音节只有汉语的1.5倍。如果用“音节使用率”指实际音节在预测音节中所占的比例，那么，英语的音节使用率是22%，汉语的是34%，即汉语的音节使用率是英语的1.5倍。

8 结语

前人普遍认为，英语的音节结构比汉语复杂，因此英语的音节数比汉语多得多。不过，前人很少讨论英语音节的计算方法，而且估计的结果相差很大。

文章指出，英语的音节分析首先应该回答两个问题。第一个问题有关音节界，即：多音节词中的音节界应该如何确定？第二个问题有关音节的定义，即：词缘辅音是否必须穷尽地归入音节？第一个问题有两种观点，“声母优先”和“重长轻短”。前者认为两个元音之间的辅音尽量划为第二个元音的声母。后者认为有重音（主重或次重）的音节必须是长音节，即韵母必须有两个韵位，要么是长元音或双元音，要么是短元音加辅音。第二个问题也有两种观点，“穷尽论”和“非词缘论”。前者认为所有辅音都必须归入音节。后者认为，由于受构词法影响，词缘（即词首或词尾）有可能出现音节外的额外辅音，因此音节大小应该根据非词缘位置来确定。

文章首先论证了声母优先既无理论根据也无优越性。而且，声母优先会产生大量不规范音节，它们不但违反“结尾对应律”、母语人对它们的接受度也很低。文章然后论证了穷尽论面临两个无法回答的问题。第一，为什么结构超过CRVX的音节（即有额外辅音的音节）绝大多数只在词缘出现、却不在非词缘出现？第二，为什么在词缘有额外辅音出现的语言，都有相应的构词特征，即它们都有元音开始的后缀（需要词根尾有个额外辅音作为声母）、或有元音结尾的前缀（可以将词根首的额外辅音作为韵尾）、或有辅音词缀？非词缘论不但可以回答这两个问题，而且还有两个其他优点。第一，非词缘论产生的音节比穷尽论简单；第二，非词缘论显示了英语和汉语的一个重要共性，即它们的音节结构是一样的：两者的最大音节都是CRVV或CRVC（简称CRVX），其中其中C是辅音，R是近音（即[w j l r]之一），CR是发音动作兼容的“复合音”（端木三 2018），VV是长元音或双元音，V是短元音。

文章根据重长轻短切分法和非词缘论，分析并统计了英语的音节。文章也全面统计了汉语（普通话）的音节，包括可能出现的轻声音节和儿化音节，并将两个语言的音节数做了对比，结果见表 31。数据显示，如果包括所有词缘辅音，英语的音节总数大约是汉语的2倍；如果排除额外词缘辅音，英语的音节总数大约是汉语的1.5倍。两个结果都大大小于前人的估计。文章为音节研究提供了新的数据和视角。

参考文献:

- Ao, Benjamin X.P. 1992. The non-uniqueness condition and the segmentation of the Chinese syllable. In *Ohio State University Working Papers in Linguistics 42: Papers in Phonology*, ed. Elizabeth Home, 1-25. Columbus: Department of Linguistics, Ohio State University.
- Baayen, R. Harald, Richard Piepenbrock, & L. Gulikers. 1995. *The CELEX Lexical Database: Release 2 (CD-ROM)*. Philadelphia: Linguistic Data Consortium, University of Pennsylvania.
- Bailey, Charles-James N. 1978. Short Communication: Suggestions for improving the transcription of English phonetic segments. *Journal of Phonetics* 6: 141-149.
- Barker, Chris. 2009. *How Many Syllables Does English Have?*
<https://web.archive.org/web/20160923005626/http://semarch.linguistics.fas.nyu.edu:80/barker/Syllables/index.txt>.
- Blevins, Juliette. 1995. The syllable in phonological theory. In *The Handbook of Phonological Theory*, ed. John Goldsmith, 206-244. Cambridge, MA: Blackwell.
- Borowsky, Toni. 1986. *Topics in the Lexical Phonology of English*. Ph.D. dissertation, University of Massachusetts, Amherst.
- Borowsky, Toni. 1989. Structure preservation and the syllable coda in English. *Natural Language and Linguistic Theory* 7.2: 145-166.
- Chao, Yuen-Ren. 1934. The non-uniqueness of phonemic solutions of phonetic systems. *Bulletin of the Institute of History and Philology, Academia Sinica* 4.4: 363-397.
- Chao, Yuen-Ren. 1968. *A Grammar of Spoken Chinese*. Berkeley, California: University of California Press.
- Chomsky, Noam, & Morris Halle. 1968. *The Sound Pattern of English*. New York: Harper and Row.
- Cohn, Abigail C. 1993. Nasalisation in English: phonology or phonetics. *Phonology* 10.1: 43-81.
- Dictionary.com. 2020. <https://www.dictionary.com/>.
- Dictionary Editorial Office of the Institute of Linguistics, Chinese Academy of Social Sciences [中国社会科学院语言研究所词典编辑室]. 2005. *Xiandai Hanyu Cidian (diwu ban) 现代汉语词典 (第五版)* [*Modern Chinese Dictionary (5th edition)*]. 2005. Beijing: Shangwu Yinshuguan 北京: 商务印书馆 [Beijing: The Commercial Press].
- Duanmu, San. 2008. *Syllable Structure: The Limits of Variation*. Oxford: Oxford University Press.
- Duanmu, San (端木三). 2018. Fuhe yin he “wu xu yuanze” 复合音和“无序原则” [Complex sounds and the No Contour Principle]. *Yuyan Kexue 语言科学* [*Linguistic Sciences*] 17 (1): 1-17.
- Duanmu, San (端木三). 2019. Yinwei fenxi de “duo jie lun” he zuijia da'an 音位分析的“多解论”和最佳答案 [The non-uniqueness theory and the best solution in phonemic analysis]. *Yuyan Kexue 《语言科学》* [*Linguistic Sciences*] 18 (2): 113-131.
- Duanmu, San. 2020. The Revised Max Onset: syllabification and stress in English. In *Prosodic Studies: Challenges and Prospects*, ed. Hongming Zhang & Youyong Qian, 61-79. London & New York: Routledge.
- Fudge, Erik C. 1969. Syllables. *Journal of Linguistics* 5.2: 253-286.

- Fujimura, Osamu. 1979. An analysis of English syllables as cores and affixes. *Zeitschrift für Phonetik, Sprachwissenschaft und Kommunikationsforschung* 32.4: 471-476.
- Gao, Mingkai (高名凯), & Anshi Shi (石安石). 1963. *Yuyanxue Gailun* 《语言学概论》 [Introduction to Linguistics]. Beijing: Zhonghua Shuju 北京: 中华书局 [Beijing: Zhonghua Book Company].
- Halle, Morris. 1962. Phonology in generative grammar. *Word* 18: 54-72.
- Halle, Morris, & Jean-Roger Vergnaud. 1987. *An Essay on Stress*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Hammond, Michael. 1999. *The Phonology of English: A Prosodic Optimality Theoretic Approach*. Oxford: Oxford University Press.
- Hayes, Bruce. 1980. *A Metrical Theory of Stress Rules*. Ph.D. dissertation, MIT, Cambridge, Mass.
- Hayes, Bruce. 1995. *Metrical Stress Theory: Principles and Case Studies*. Chicago: University of Chicago Press.
- Hoard, James E. 1971. Aspiration, tenseness, and syllabification in English. *Language* 47.1: 133-140.
- Kager, René. 1989. *A Metrical Theory of Stress and Destressing in English and Dutch*. Dordrecht: Foris.
- Jensen, John. 2000. Against ambisyllabicity. *Phonology* 17: 187-235.
- Jespersen, Otto. 1904. *Lehrbuch der Phonetik*. [Autorisierte Übersetzung von Hermam Davidsen]. Leipzig & Berlin: Teubner.
- Jespersen, Otto. 1930. Monosyllabism in English: Biennial Lecture on English philology. *Proceedings of the British Academy* 14: 341-368. London: British academy.
- Jones, Daniel, Peter Roach, Jane Setter, & John H Esling. 2011. *Cambridge English Pronouncing Dictionary*. 18th edition. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kahn, Daniel. 1976. *Syllable-Based Generalizations in English Phonology*. Ph.D. dissertation, MIT, Cambridge, Mass.
- Karlgren, Bernhard. 1915-1926. *Études sur la Phonologie Chinoise*. Upsala: K.W. Appelberg and Leyde: E.-J. Brill.
- Kindaichi, Haruhiko (金田一 春彦). 1985. *Riyu de Tedian* 日语的特点 [Characteristics of the Japanese Language]. Ma Fengming (yi) 马凤鸣 (译) [translated by Ma Fengming]. Beijing: Beijing Chubanshe 北京: 北京出版社 [Beijing: Beijing Press].
- Lieberman, Mark, & Alan Prince. 1977. On stress and linguistic rhythm. *Linguistic Inquiry* 8.2: 249-336.
- Lin, Maocan (林茂灿), & Jingzhu Yan (颜景助). 1990. Putonghua qingsheng yu qingzhongyin 普通话轻声与轻重音 [Light tone and stress in Mandarin Chinese]. *Yuyan Jiaoxue yu Yanjiu* 语言教学与研究 [Language Teaching and Research] 1990.3: 88-104.
- Lin, Tao (林焘), & Jiong Shen (沈炯). 1995. Beijinghua er hua yun de yuyin fenqi 北京话儿化韵的语音分析 [Variations in the [er]-suffixed rimes in the Beijing dialect]. *Zhongguo Yuwen* 中国语文 [Studies of the Chinese language] 1995.3: 170-179.
- Lu, Yunzhong (鲁允中). 1995. *Putonghua Er-Hua Yinjie* 普通话的轻声和儿化 [Syllables with the Er-Suffix in Putonghua]. Beijing: Shangwu Yinshuguan 北京: 商务印书馆 [Beijing: Commercial Press].

- Malécot, André. 1960. Vowel nasality as a distinctive feature in American English. *Language* 36.2: 222-229.
- Murray, Robert W., & Theo Vennemann. 1983. Sound change and syllable structure in Germanic phonology. *Language* 59.3: 514-528.
- Pan, Wenguo (潘文国). 1997. *Han Ying Duibi Gangyao* 汉英语对比纲要 [*A Comparative Outline of Chinese and English*]. Beijing: Beijing Yuyan Daxue Chubanshe 北京: 北京语言大学出版社 [Beijing: Beijing Language and Culture University Press].
- Pellegrino, François, Christophe Coupé, & Egidio Marsico. 2011. Across-language perspective on speech information rate. *Language* 87.3: 539-558
- Prince, Alan. 1992. Quantitative consequences of rhythmic organization. *CLS 26, Papers from the 26th Regional Meeting of the Chicago Linguistic Society Volume 2: The Parasession on the Syllable in Phonetics and Phonology*, ed. Michael Ziolkowski, Manuela Noske, & Karen Deaton, 355-398. Chicago: Chicago Linguistic Society.
- Prokosch, Eduard. 1939. *A Comparative Germanic Grammar*. Philadelphia, PA: Linguistic Society of America.
- Selkirk, Elisabeth. 1982. The syllable. In *The Structure of Phonological Representations* (Part II), ed. Harry van der Hulst and Norval Smith, 337-83. Linguistic Models 2. Dordrecht: Foris.
- Selkirk, Elisabeth. 1984. On the major class features and syllable theory. In *Language and Sound Structure: Studies in Phonology Presented to Morris Halle by his Teacher and Students*, ed. Mark Aronoff and Richard T. Oehrle, 107-136. Cambridge, MA: MIT Press.
- Sievers, Eduard. 1876. *Grundzüge Der Lautphysiologie Zur Einführung in Das Studium Der Lautlehre Der Indogermanischen Sprachen*. Leipzig: Breitkopf und Hartel.
- Shi, Youwei (史有为). 2019. Dai diao yinjie: jieshi Hanyu de yige chufadian 带调音节: 解释汉语的一个出发点 [Tone-bearing syllables: A starting point in analyzing Chinese]. *Huadong Shifan Daxue Xuebao (Zhhexue Shehui Kexue Ban)* 华东师范大学学报 (哲学社会科学版) [*Journal of East China Normal University (Humanities and Social Sciences)*] 2019.3: 1-17.
- Vennemann, Theo. 1988. *Preference Laws for Syllable Structure and the Explanation of Sound Change*. Berlin and New York: Mouton de Gruyter.
- Wang, Maolin (王茂林). 2011. *Hanyu Ziren Huayu de Yunlv Moshi Yanjiu* 汉语自然话语韵律模式研究 [*A Study on the Prosody Model of Chinese Natural Discourse*]. Guangzhou: Jinan Daxue Chubanshe 广州: 暨南大学出版社 [Guangzhou: Jinan University Press].
- Wells, John Christopher. 1990. Syllabification and allophony. In *Studies in the Pronunciation of English: A Commemorative Volume in Honour of A.C. Gimson*, ed. Susan Ramsaran, 76-86. London and New York: Routledge.
- Wells, John Christopher. 2008. *Longman Pronunciation Dictionary*. Third edition. Harlow: Pearson Education Limited.
- Zhu, Xiaonong (朱晓农). 2010. *Yuyinxue* 语音学 [*Phonetics*]. Beijing: Shangwu Yinshuguan 北京: 商务印书馆 [Beijing: The Commercial Press].

Syllable Analysis and Syllable Inventories in English and Chinese
San Duanmu
University of Michigan

Abstract

There is a common view that the syllable structure of English is more complicated than that of Chinese, and English uses far more syllables than Chinese. However, previous statements on the size of the English syllable inventory are often based on estimates, which differ widely, ranging from thousands to over 158,000. This study compares several approaches to the analysis of English syllables and propose that (i) syllabification should follow the Length-Stress Correspondence (whereby a stressed syllable should have a long rime and an unstressed syllable should have a short rime) and (ii) the maximal syllable size ought to be based on non word-edge positions. In the proposed approach, English and Chinese have similar syllable structures and similar sizes of syllable inventories. In the monomorphemic lexicon, if all consonants are included, the English syllable inventory is about twice the size of the Chinese inventory, and if extra word-edge consonants are excluded, the English syllable inventory is 1.5 times the size of Chinese inventory. Our study offers new statistical results and a new perspective for comparative studies on syllables in different languages.

Keywords: syllabification; syllable inventory; Length-Stress Correspondence; word-edge consonants; Law of Initials; Law of Finals

作者简介:

端木三, 1955年生, 成都人, 麻省理工学院博士, 美国密歇根大学语言学系教授。1981-1986年在复旦大学外文系任教, 1990-1991年在麻省理工学院做博士后, 1991年至今在密歇根大学语言学系任教。研究重点是语言的共性, 特别是音系方面的共性。专著有 *The Phonology of Standard Chinese* (牛津, 2000年第一版, 2007年第二版), *Syllable Structure: The Limits of Variation* (牛津, 2008年), 《音步和重音》(北京语言大学出版社 2016), *A Theory of Phonological Features* (牛津, 2016)。个人网页:
www.umich.edu/~duanmu.