

# 绝句中的韵律层级边界及其知觉研究

李卫君 杨玉芳

**摘要** 绝句是一种特殊的语篇，有丰富的韵律层次。两字一节是中国古代诗歌的基本节奏，而“三字脚”是一个相对独立的意群单位。据此，可以将绝句划分为四个不同的韵律层级：音步、句内、句末和联间。语音学分析发现，不同层级的韵律边界在音高、边界前音节延长、停顿以及音节强度等方面都有系统变化。用脑电成分 CPS (closure positive shift) 为指标，通过 ERP 实验，对不同层级韵律边界进行考察，发现句内、句末和联间三个层级边界分别诱发了 CPS；各层级边界诱发的 CPS 其潜伏期有系统变化，说明听者能够正确识别诗句内部主要的韵律层级边界。绝句末尾诱发了 P3 成分，表明不同韵律边界由于承担不同的认知功能，将诱发不同的脑电效应。

**关键词** 层级边界，绝句，声学特征，知觉

## Prosodic Hierarchical Boundaries in Quatrain and Its Perception

LI Weijun YANG Yufang

**Abstract** Quatrain is a kind of special discourse with rich prosodic hierarchies. In ancient Chinese poetries, a foot (meter) is often comprised of two characters and a “three-character-foot” is a relatively independent meaning-unit. According to this, there are four layers in the prosodic hierarchy of a quatrain: foot boundary, phonological phrase boundary, intonational phrase boundary and couplet boundary. Phonetic analysis showed that boundaries in different levels systematically varied in F0, duration of pre-boundary syllable, pause duration and loudness. Results of an ERP experiment revealed that except for the foot boundary, the other three kinds of boundaries all evoked significant closure positive shift (CPS). Moreover, as hierarchical level became higher, the latency of the CPS became longer. The results indicated that listeners could represent boundaries within quatrains in a hierarchical way. In the contrary, a P3 was elicited at the end of quatrains, suggesting that different kinds of boundaries played various cognitive functions.

**Key words** Hierarchical boundary, Quatrain, Acoustic feature, Perception

## 1. 引言

我国古诗有多种体裁, 其中普及面最广、最有生命力的是绝句[8]。绝句四句一首, 分别对应起承转合四个部分。其短小精悍, 却能表达一个完整的思想, 是一类较为特殊的语篇。绝句抑扬顿挫的节奏美, 依赖于句内平仄声交替出现, 更为重要的是不同大小信息单元所形成的不同层级的韵律边界。其中, 联间边界 (CB, couplet boundary) 将一首绝句分为两联。每联内句间边界 (IPB, intonational phrase boundary) 又将两个句子间隔开。在每句内部, 后三个字在节奏上与前几个字之间较为松散, 形成所谓的“三字脚”, 三字脚与前面几个字之间形成的较大停顿为句内边界 (PPB, phonological phrase boundary)。此外, 两字一节是中国古代诗歌的基本节奏, 称为音步 (Foot)。因此绝句内部包括联间、句间、句内和音步四类韵律边界, 韵律层级逐渐降低。绝句的节奏除了以上特点以外, 在韵律上也有明显体现。即在一定位置上重复出现同一韵辙中的韵母, 形成韵脚。这种由韵脚产生的节奏, 可以把涣散的声音联络起来, 形成一个完整的整体, 增强音乐效果。

绝句的节律形式植根于自然语言的节奏特征, 是对自然语言节律特征的规范化和格式化。这种规范化的格式在节律上具有强制性, 基本上不受句法和语义的干扰, 因此绝句的韵律表现可能会有其特殊性。同时, 绝句作为语篇的一种类型, 其朗读又必然会遵循人类言语表达的基本规律, 表现出一些与其他语体相似的特点。本文研究五言和七言绝句不同层级韵律边界的声学特征, 以及韵律层级边界的知觉问题。

## 2. 绝句的声学特征分析

首先在声学层面上系统地分析绝句朗读过程中所表现出的节奏特点, 考察这种语音的时域和频域的变化, 绝句内部不同层级韵律边界在音高、时长方面表现出的特点, 以及诗歌特有的韵脚的声学语音学表现。

### 2.1 绝句朗读的录音和分析

选择五言和七言绝句各 50 首, 由一位男性专业发音人在隔音室中录制; 发音人与话筒距离大约 3cm, 以自然的语速和音强发音。此发音人有丰富的朗读经验, 能够充分体现现代人朗读诗歌的节律特点。所录声音以 NSP 格式存入计算机, 采样率为 22kHz。

声学参数测量以音节为单位。通过 Praat 语音分析软件, 结合语图、波形图和听辨将每首绝句的各个音节人工切开, 并标注其声调和高于音节水平的韵律边界。然后使用 Alldata 软件获得每个音节音高曲线的高音点、低音点、音节时长、音强及音节后无声段长度。其中, 高音点和低音点分别指音节音高曲线的最大值和最小值。阴平声只取高音点, 上声只取低音点, 阳平和去声分别取其高音点和低音点。时长的分析包括音节时长和边界处无声段长度两个参数。在音节和无声段的时长测量中, 由于塞音的成阻、持阻段通常不超过 20ms, 因此, 塞音前 20ms 以内的无声段时长记在该音节的时长内。音节的音强值通过测量每个音节的平均强度值获得。

### 2.2 统计分析结果

#### 2.2.1 绝句的音高特点

五言和七言绝句分别按每首 20 和 28 个位置将音节排序, 通过语料分析得到每一个音节的音高高音点和低音点平均值如图 1 所示。从图中可以看到, 两种绝句中除七言绝句第三句

高音点以外, 每个句子音高低音点和高音点都有不同程度渐降的趋势; 在句间边界和联间边界, 还表现出低音点和高音点的音高重置。

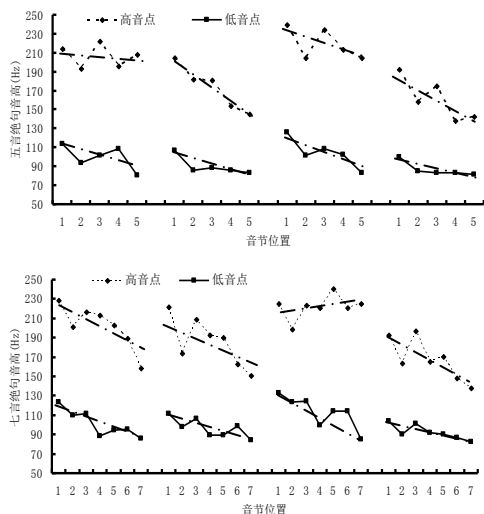


图1: 五言绝句和七言绝句音高低音点和高音点趋势图。横坐标为两种绝句中各音节的位置, 纵坐标表示音高, 图中各点为两种绝句中各音节对应的音高值。音高下倾拟合线置于各句上。

五言绝句和七言绝句音高下倾的分析以句子为单位, 以句中各音节平均起始时间作为自变量, 以各音节低音点和高音点的平均音高值作为因变量, 建立一元线性回归方程:

$$Y=bX+a \quad (1)$$

得到的回归线如图点划线所示。可以看到, 两种绝句中, 除七言绝句第三句高音点以外, 其他各句句内音节的低音点和高音点都随着时间推移, 表现出不同程度的音高下倾。从下倾特点看, 两种绝句第一句和第三句低音点的下倾斜率明显大于高音点; 而第二句和第四句正好相反, 高音点的下倾斜率大于低音点。正是这样的音高下倾模式, 使得两种绝句一致表现为越接近联末, 高音点和低音点的音高差值越小, 即音域收窄。

音高变化在绝句内部各层级韵律边界处表

现不同。其中, 音高低音点随着边界层级提高, 音高重置程度增加; 高音点在句内边界和联间边界存在音高重置, 而句间边界则表现出音高下倾。为观察两种绝句的音高重置程度, 分别以边界前后的音节作为自变量, 以其低音点和高音点的音高值作为因变量做一元方差分析。分析结果表明, 两种绝句不同层级韵律边界前音节低音点差异显著 (五言:  $F(2,276)=26.719$ ,  $p<0.001$ ; 七言:  $F(2,247)=4.72$ ,  $p<0.01$ )。多重比较表明, 句内边界音高显著高于句间边界和联间边界,  $p<0.01$ 。两种绝句不同层级韵律边界后音节低音点差异显著 (五言:  $F(2,252)=49.092$ ,  $p<0.001$ ; 七言:  $F(2,279)=42.404$ ,  $p<0.001$ )。多重比较表明, 五言绝句所有边界成对比较差异显著,  $p<0.001$ ; 七言绝句联间边界音高显著高于句内和句间边界,  $p<0.001$ 。

两种绝句不同层级韵律边界高音点的分析表明, 两种绝句不同层级边界前音节高音点差异显著 (五言:  $F(2,288)=16.07$ ,  $p<0.001$ ; 七言:  $F(2,278)=7.427$ ,  $p<0.005$ )。多重比较表明, 五言绝句所有边界成对比较差异都显著,  $p<0.01$ , 七言绝句句内和句间边界分别和联间边界差异显著,  $p<0.005$ 。此外, 两种绝句不同层级韵律边界后音节高音点差异显著 (五言:  $F(2,302)=9.214$ ,  $p<0.001$ ; 七言:  $F(2,288)=8.312$ ,  $p<0.001$ )。多重比较表明, 五言绝句句内和句间边界分别和联间边界差异显著,  $p<0.005$ , 七言绝句所有成对比较差异都显著,  $p<0.05$  (如图3右侧所示)。

### 2.2.2 绝句的时长特点

五言绝句和七言绝句音节和无声段时长特点如图2所示。从图中可以看到, 不论是五言绝句还是七言绝句, 各句句内边界前音节时长都长于其他各音节。不同层级韵律边界处都伴有无声段, 并且随着韵律层级的提高, 无声段

长度延长。

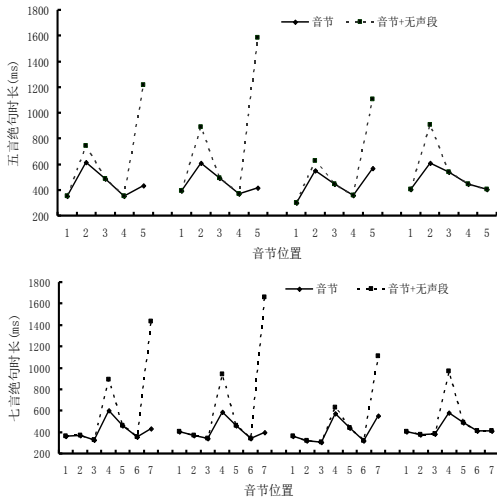


图2: 五言绝句(上)和七言绝句(下)音节以及音节与随后无声段时长特点。图中各点为两种绝句中各音节对应的音节时长以及该音节和最后无声段时长之和。

两种绝句音节时长和无声段的分析,以不同层级韵律边界前音节和边界处无声段作为自变量,以时长作为因变量做一元方差分析。对两种绝句不同层级韵律边界前音节时长的分析表明,不同层级韵律边界前音节时长差异显著(五言:  $F(2, 347)=79.992, p<0.0001$ ; 七言:  $F(2,347)=125.293, p<0.0001$ )。多重比较表明,不论是五言绝句还是七言绝句,所有韵律层级边界前音节时长成对比较差异显著,  $ps<0.001$ 。对这些边界处的无声段长度分析表明,两种绝句不同层级韵律边界处无声段时长差异显著(五言:  $F(2,347)=283.402, p<0.0001$ ; 七言:  $F(2,347)=295.171, p<0.0001$ )。多重比较发现,两种绝句内部所有边界处无声段长度成对比较差异显著,  $ps<0.001$ 。

### 2.2.3 绝句的音强特点

五言绝句和七言绝句音强特点如图3所示。可见,两种绝句句内各音节强度值总体逐

渐减小,而第三句一直维持着较高的音强水平。此外,在一些句子末尾,音强有增大的趋势(用圆圈表示)。对这些位置的音节强度分析表明,五言绝句中,尽管第二句和第四句末尾音节强度都比前一个音节强度值大,但是仅在第四句中,末尾音节强度显著强于前一个音节,  $p<0.05$ 。对于七言绝句,尽管第一句,第二句和第四句的末尾音节强度都比前一个音节强度值大,但仅在前两句中,末尾音节强度显著强于前一个音节,  $p<0.05$ 。

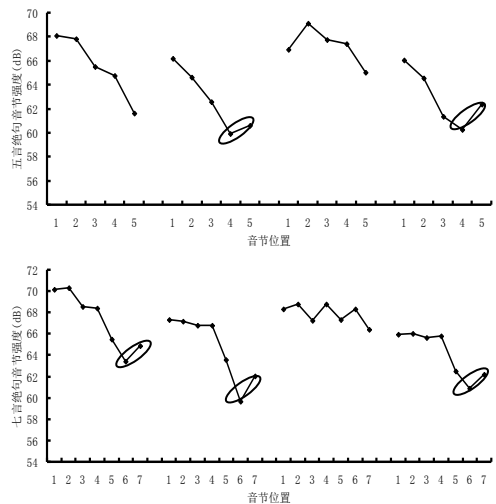


图3: 五言绝句和七言绝句音强趋势分析。图中各点为两种绝句中各音节对应的平均音强值。黑色圆圈表明韵脚使得句末音节强度增加。

## 2.3 讨论

通过系统考察五言绝句和七言绝句的声学参数,可以发现绝句的韵律与其他类型语篇既有相似之处,又表现出其独特性。

第一,对两种绝句音高分析的结果表明,除七言绝句第三句高音点以外,两种绝句句内各音高低音点和高音点都表现出音高下倾的特点。此外,每联内第二句首末音节的音高低音点和高音点分别低于第一句相应音高值,使每联内两个句子的高音点和低音点又分别形成了

一个整体的下倾语调。

随着绝句内部韵律层级的提高, 边界前音节低音点音高值减小, 而边界后音节低音点音高值增大, 即音高低音点重置程度变大; 而高音点则不存在这样的系统变化。沈炯认为, 汉语中音域下限(低音点)在语流中的延伸反映节奏单元结构, 而音域上限跟语义加强有关。本研究使用绝句这样一种特殊的语篇, 进一步表明双线模型在描述汉语语调特点方面的合理性, 即音高低音点能够系统反映句子或语篇的韵律结构, 而高音点不具备这样的功能。

第二, 从时长的结果看, 绝句音节和无声段时长也受到了其所处韵律层级的影响: 韵律层级越高, 边界前音节时长越短, 而无声段时长越长。这与其他句子和语篇内部不同层级韵律边界的声学表现类似。不过, 绝句中音节时长受到边界层级的影响比其他句子和语篇更大。比如, 不同层级韵律边界前音节时长差异可达 100ms, 甚至更长。可见, 诗歌的吟诵不同于一般句子和语篇的朗读。综上, 绝句中标志信息单元大小的声学线索, 不仅包括边界前后音节低音点的音高对比, 还包括了边界前音节以及随后的无声段的长度。

第三, 绝句音强的变化尤其体现了诗歌的特色。一般来讲, 人们在朗读句子或者语篇时, 越到末尾音强越低, 这主要源于生理上的限制。但在绝句中, 只要句末出现韵脚, 末尾音节强度就会增加。朗诵者通过运用音强的手段, 以凸显绝句押韵形成的韵律美感。七言绝句与五言绝句不同的是, 七言绝句第一句末尾处也表现出末尾音节强度增加的特点, 这是因为五言绝句一般首句不入韵, 而七言绝句首句则普遍入韵。另外, 押韵不会导致音节音高值增大或者时长变长。可见押韵作为韵律上的前后呼应, 能够影响人们朗读时气息的变化, 其声学表现

与音高、时长无关, 而主要表现为韵脚音节强度增加。

第四, 诗文写作讲究“起承转合”的结构章法, “起”是开端; “承”是承接上文加以申述; “转”是转折, 从正面反面立论; “合”是结束全文。这样的写作特点使绝句在朗读过程中表现出一些独特的韵律特点, 主要表现在第三句上。尽管它和其他各句在朗读中遵循相同的节奏模式(2+3 或者 4+3), 但是第三句与其他各句相比, 其句首音节的高音点和低音点均显著高于其他各句, 句内各音节音高高音点和强度也一直维持着较高的水平, 而句内边界的无声段却明显短于其他各句。这些声学上的特点都与第三句在全诗中的重要地位分不开。它作为全诗的“转”, 是点睛之笔, 一方面体现出与前两句话题的转移, 另一方面又要保持与后一句强烈的连续, 这些语言学功能都通过以上的韵律特点表现了出来。

综上, 本研究系统考察了五言绝句和七言绝句在音高、时长和音强方面的特点。结果表明, 两种绝句各句音高低音点和高音点都有各自的下倾语调, 并会以联为单位收紧音域; 随着绝句内部韵律层级的提高, 边界处音高低音点重置程度增大, 边界前音节时长缩短, 而无声段长度变长。此外, 两种绝句各句内音节强度值逐渐减小, 而句末一旦出现韵脚就会导致音强变大。最后, 诗歌起承转合的写作特点能够通过韵律手段予以表现。

### 3. 绝句韵律边界的知觉

在五言和七言绝句中, 朗读者用严格的平仄和格律表现了一个结构完好的韵律层级组织。听者能否准确知觉和区分这些韵律层级? 如果能够区分, 在不同层级边界处的知觉和神经反应有什么系统变化? 本文分别以行为和脑

电技术对此进行实验研究。

### 3.1 行为实验

选用 50 首听者不熟悉的七言绝句和 15 首作为填充材料的宋词, 让 15 名被试听诗句 (没有次数限制) 并判断边界的大小。边界共分为 4 级。结果见表 1:

表 1: 诗歌内部不同层级韵律边界标注结果。

类型 \ 标记水平	FBs	PPBs	IPBs	CBs
1	96%	4.14%	1.56%	0.52%
1	4%	94.14%	1.61%	0.21%
2	0%	1.61%	96.04%	1.46%
3	0%	0.10%	0.78%	97.82%

注: 0-3 表示被试感知某边界强度大小依次增加。

研究发现, 听者总是将绝句内部的联间边界知觉为最大的边界, 其次为句间边界, 最小的是句内边界, 表明语篇结构与韵律边界感知之间的关系非常密切, 听者可以正确识别和区分不同层级的边界。

### 3.2 脑电研究

#### 3.2.1 绝句内部边界的知觉

CPS (closure positive shift, 终止正漂移) 是一个对韵律边界有特异反应的脑电成分。研究者最初在语调短语边界处发现, 认为其反映了语调短语的终止[5]。本研究以 CPS 为指标, 以音步边界 FB 诱发的脑电波作参照, 考察听

者对韵律层级边界 PPB、IPB 和 CB 的知觉及其脑电反应。我们预期, 不同层级的韵律边界都有可能诱发 CPS; 随着韵律层级的提高, CPS 的波幅增大, 始潜期会变晚。

实验要求被试认真听诗词并完成韵律匹配任务。设置这个任务的目的是让被试将注意力集中于韵律信息。虽然对被试来说, 这项任务难度比较大, 但被试的正确率显著高于随机水平。脑电结果如图 4 所示。可以看到, 句内边界 (PPB) 引起了一个正偏移, 类似于之前研究中发现的 CPS 成分[5]; 而且, 当听者检测到绝句内部的 IPBs 和 CB 的时候, 也诱发了此正效应。所有这些正偏移波幅没有显著差异, 并且主要分布在双侧前中部。我们把这些不同层级韵律边界引起的正偏移统一称作 CPS。绝句中不同韵律边界 (PPB、IPBs 和 CB) 诱发 CPS, 这一发现扩展了对 CPS 诱导条件的认识, 表明 CPS 的诱发并不受韵律单元大小的限制。那么, 不同边界诱发的 CPS 间有什么系统差异? 能否反映边界的层级性? 以下通过对 CPS 的波幅和时间特性来考察这些问题。

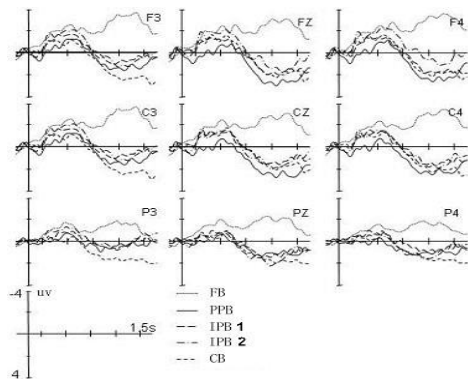


图 4: 被试加工七言绝句各韵律边界诱发的总体平均波形。图为以七言绝句不边界前音节开始作为分析起点, FB、PPB、IPB 和 CB 诱发的脑电效应。

#### CPS 的开始潜伏期

不同短语边界所引起的 CPS 的开始潜伏

期存在差异。CB 最长(开始于 710-720 毫秒), IPBs 次之(开始于 500-520 毫秒), PPBs 最短(开始于 450-470 毫秒)。此结果表明, 韵律层级越高, CPS 的开始潜伏期越长。

语篇中较高的韵律层级一般伴随着较长时间的无声段, 绝句同样如此。PPBs 的停顿时间不超过 100 毫秒, IPBs 的停顿大约在 400 毫秒, 而 CB 的停顿时间一般在 850 毫秒左右。相应的 CPS 的开始潜伏期随着韵律层级的提高而增大。CPS 的开始潜伏期是否主要受其临近的韵律边界的无声段时长影响? 我们进一步比较了边界前音节和无声段的时长。对于 IPBs 和 CB 这两种条件, CPS 的开始潜伏期出现在无声段, 而 CPS 触发点被置于每个边界之前一个音节的开始处。因此, 仅仅把 CPS 开始潜伏期的不同归结于无声段的长短并不一定合理。从另一个角度看, 不同层级韵律边界引起的 CPS 开始潜伏期的不同, 似乎与信息组块和回溯处理相符[4]。因为越高层级的韵律边界不仅会伴随更长的无声段, 也包含前面更多的信息, 如节奏、韵律模式等。那么当被试遇到像 CB 这样的韵律边界的时候, 大脑会推测较多的信息即将终止, 相应诱发的 CPS 的开始潜伏期就会略晚。这与之前的关于音乐中的短语知觉研究结果是一致的[4]。

### 同一层级上韵律边界的 CPS 波幅

理论上讲同一层级上韵律边界的认知加工类似, 那么它们应该引起相同的 ERP 效应。然而事实上, PPB1 比其他的 PPBs 引起波幅更高的 CPS。如果我们仔细分析绝句以及神经活动的特点, 将会发现虽然绝句的四个句子在表达一个主题的时候功能各不相同, 但是它们的节奏模式相似(4+3)。以前有研究者发现, 当刺激重复出现的时候, 神经活动会变小[1]。在本研究中, 一首诗的第一句相对比较新颖, 被试

的唤醒水平也比较高。而后面的句子跟第一句相比, 韵律上没有大的变化, 被试的神经活动就相对变弱, 表现为 CPS 波幅的下降。这就是所谓的诗歌中的“韵律启动”, 类似于句法启动或者语义启动, 指的是跟在启动词后的目标词所引起的脑电波幅更小[3]。

### 不同层级韵律边界的 CPS 波幅

我们预期, CPS 的波幅会随着边界水平的提高而变大。然而, 实验结果表明, CPS 的波幅并没有随着边界层级的提高而变大, 但是不同层级边界所引起的 CPS 其波幅在时间进程上是有差异的。具体表现在: 在大脑右侧前中部的电极点上, 在 600-1000 毫秒的时间窗口, PPB 比 CB 和 IPB1 引起了更大的 CPS, 而在 1100-1400 毫秒的时间窗口, IPBs 比 PPB 和 CB 引起了更大的 CPS。

可以看到, CB 引起的 CPS 波幅在各个时间窗口波幅最小, 与我们的预测不相符, 同时与行为实验结果相矛盾。我们推测, 这是由于被试在做行为和 ERP 实验时采取了不同的认知加工策略。在行为实验中, 被试不受时间限制, 更多依赖无声段和先验知识对绝句韵律层级作出判断。在 ERP 实验中, 他们是即时地对不同的韵律边界进行反应。CB 的无声段时长最长, 但是它的边界前音节的时长小于 PPBs 和 IPBs。边界前音节时长是感知语言和音乐中短语边界的一个本质线索[2, 6, 7], 而且边界调的长度对 CPS 有很大的影响[4]。因此, 长的无声段本身并不一定诱发更大的 CPS, 而边界前音节的长度则在调节 CPS 的波幅上起到了更重要的作用。

上述绝句的研究结果和以前语言和音乐领域的相关结果比较, 就会发现, 音乐、语言、唐诗诱发的 CPS 在波幅和头皮分布上相似。因此, CPS 可能反映了不同领域信息加工的一

般形式, 而不是领域特异性的。然而, 不同领域的 CPS 在潜伏期和持续时长上并不是完全匹配的。语言 CPS 和唐诗 CPS 在短语边界处开始, 持续 500-1000 毫秒, 而音乐 CPS 在短语边界之后的 500-600 毫秒才出现。潜伏期的差异可能是源于语言和唐诗短语边界的声学表现在无声段开始之前就已经出现。

### 3.2.2 绝句末尾边界的知觉

诗词内部韵律边界引发的 CPS 仅仅反映了语言单元的终止, 还是不仅反映了对前面信息的终止, 还包括对对比绝句四个不同位置 IPB 诱发的脑电反应。结果如图 5 所示:

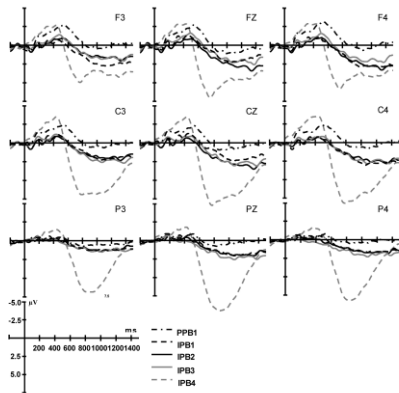


图 5: 被试加工绝句诱发的总体平均波形。图为以五言绝句第一句句内边界前音节和各句末边界前音节开始作为分析起点, 第一句句内 PPB 和四个 IPB 诱发的脑电效应。

结果表明, 诗词末尾边界 (IPB4) 诱发了 P3, 而绝句内部其他 IPB 则诱发了 CPS。P3 是一个反映完整语言单元终止的脑电成分, 在波幅、时间窗口和头皮分布上都与 CPS 不同。可以认为, CPS 反映的不仅是对边界前语言单元的终止, 还包含了对边界后信息的预期。综上, 不同的边界由于其认知功能不同, 会引发不同性质的脑电效应。

## 4. 结语

我们通过声学分析, 探讨了五言和七言绝句韵律层级边界的语音学表现, 并用行为和脑电技术研究了听者对不同层级边界的感知。

从音高、时长和音强三个方面分析了五言绝句和七言绝句在朗读中表现出的声学特点。绝句内部主要包含联间边界、句间边界和句内边界三个不同层级的韵律边界。声学特征的统计分析表明, 随着绝句内部韵律层级的提高, 边界处音高低音点的重置程度增大, 边界前音节时长缩短, 而无声段长度变长; 两种绝句各句音高低音点和高音点都有各自的下倾语调, 并会以联为单位收紧音域。两种绝句各句内音节强度值逐渐减小, 而句末一旦出现韵脚就会导致音强变大; 并且诗歌起承转合的写作特点能够通过韵律手段予以表现。总之, 近体诗和其他语篇在韵律表现上既有相似之处, 又有其独特性。

行为和脑电实验结果表明, 听者可以正确识别和区分绝句内部不同层级的韵律边界。主要表现在, 绝句内部不同的边界均诱发了 CPS, 而且它们的潜伏期随边界层级逐步延长。与内部边界不同, 绝句末尾边界诱发的不是 CPS, 而是 P3。证明 CPS 的认知意义不是反映语段的终止, 而是一种停顿。

## 5. 参考文献

- [1] Grill-Spector, K., Henson, R., Martin, A. 2006. Repetition and the brain: neural models of stimulus-specific effects. *Trends Cogn. Sci* 10: 14–23.
- [2] Knösche, T.R., Neuhaus, C., Haueisen, J., Alter, K., Maess, B., Witte, O.W. Friederici, A.D. 2005. The perception of phrase structure in music. *Hum Brain Mapp.* 24:259–273.
- [3] Kutas, M., Federmeier, K.D. 2000. Electrophysiology reveals semantic memory use in language comprehension. *Trends in Cogn Sci.* 4:463–470.
- [4] Neuhaus, C., Knösche, T.R., Friederici, A.D. 2006. Effects of musical expertise and boundary markers



- on phrase perception in music. *J Cogn Neurosci.* 18:1–22.
- [5] Steinhauer, K., Alter, K., Friederici, A.D. 1999. Brain potentials indicate immediate use of prosodic cues in natural speech processing. *Nat Neurosci.* 2:191–196.
- [6] Wang, B., Lü, S., Yang, Y. 2004. Acoustic analysis on prosodic hierarchical boundaries of Chinese. *Acta Acoust.* 29:29–36.
- [7] Wightman, C.W., Shattuck-Hufnagel, S., Ostendorf, M., Price, P.J. 1992. Segmental durations in the vicinity of prosodic phrase boundaries. *J Acoust Soc. Am* 91:1707–1717.
- [8] 王力 (2003) 《王力近体诗格律学》。太原: 山西古籍出版社。
- 李卫君** 辽宁师范大学脑与认知神经科学研究中心, 博士, 口语和书面语中言语韵律和情绪韵律的认知加工。  
E-mail:li\_wj@126.com
- 杨玉芳** 中科院心理所, 博士, 研究员, 博士生导师, 心理语言学以及音乐认知加工。  
E-mail:yangyf@psych.ac.cn