

• 研究前沿(Regular Articles) •

## 语篇情绪理解及其认知神经机制\*

张秀平<sup>1,2</sup> 张玉萍<sup>1,2</sup> 杨晓虹<sup>1</sup> 杨玉芳<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>中国科学院心理研究所 行为科学重点实验室, 北京 100101) (<sup>2</sup>中国科学院大学, 北京 100049)

**摘要** 在心理语言学领域, 情绪信息加工是语篇理解的重要方面, 得到了广泛关注。目前的研究表明, 读者在语篇阅读中可以在线地、自动地推测出语篇情绪信息, 追踪情绪信息的变化, 并对其进行更新。语篇理解相关的模型及一些事件相关电位(ERP)的实证研究表明语篇情绪理解至少包括两个重要的加工过程: 一是对语篇情绪信息的实时监控, 二是对当前情绪信息的评估与更新。相关的功能磁共振(fMRI)的研究表明语篇情绪理解除了需要经典的情绪加工网络, 还需要多个脑区网络的参与, 如, 语篇理解网络、心理理论(ToM)网络。未来研究还需更加深入地、更加细致地探讨语篇情绪理解的认知神经机制及其可能的影响因素, 研究成果也可以为情感计算领域提供一定的借鉴。

**关键词** 语篇; 情绪理解; 认知过程; 神经机制

**分类号** B842

在心理语言学中, 情绪理解的研究包含情绪词、句子和语篇三个水平。情绪词的研究一般关注效价和唤醒度两个维度, 效价是指所反映的情绪是积极的还是消极的, 唤醒度是指让人产生感觉的强烈程度(Lang, Bradley, & Cuthbert, 1997; Russell, 1980)。句子和语篇水平的研究分别探讨了这两种语言单元中情绪信息的加工特点及其影响因素。语篇是拥有丰富信息的语言形式, 不仅能为理解情绪信息提供最为丰富的语境信息, 也可以表达情绪信息的动态变化。语篇文本还受到了自然语言处理及情感计算领域的广泛关注。因此, 关注人类在语篇理解中的情绪加工是极其必要的, 这不仅可以更好地探究人类加工语篇时如何理解情绪信息, 相关的研究成果也可以为情感计算领域提供更有价值的参考。本文着眼于语篇情绪理解, 探讨其认知神经机制, 以期对目前关于语篇加工中的情绪理解的研究进展形成较为全

面的认识。

语篇是一种尺度大、结构层次多的语言单元。与词汇和句子情感加工相比, 语篇情绪理解过程更加复杂, 具有独特的研究主题, 因而成为心理语言学研究的重要方面。语篇具有结构性和组织原则, 语篇情感表达就是依照这些结构和原则的展开过程。基于语篇的特性, 语篇情绪理解的特点及理解者对语篇情绪信息变化的追踪与更新成为语篇研究中的重要问题。

### 1 语篇情绪理解的特点

在语篇加工中, 读者能否推测出语篇包含的情绪信息, 以及这种推测的具体程度、是否可以在线、自动进行是研究者们一直以来关心的问题。

#### 1.1 语篇加工中对情绪推测的具体程度

Gernsbacher, Goldsmith 和 Robertson (1992) 采用情绪性的小故事, 设置了与故事中主角的情绪一致或不一致的关键句, 发现与主角情绪不一致的关键句的阅读时间长于一致时的阅读时间, 表明读者可以推测出主角的情绪状态。他们又通过设置匹配、不匹配的情绪词发现读者对主角情绪的推测是具体到某种情绪的(如, 内疚、喜悦等)。后来 Gygas, Oakhill 和 Garnham (2003)增加了

收稿日期: 2017-02-14

\* 国家自然科学基金重点项目(61433018)、国家自然科学基金青年项目(31400968)、北京先进成像技术创新中心基金(BAICIT-2016018)资助。

通讯作者: 杨玉芳, E-mail: yangyf@psych.ac.cn

一些情绪词,这些词语是与主角情绪相似的具体情绪词。结果发现与主角情绪匹配的词语及其相似的词语都得到了易化,表明理解者在阅读过程中推测到的情绪并非只有一种,而是会激活某种情绪反应(正性或负性),会推测到情绪状态的效价水平,但不会具体到某一种情绪。Gygax, Garnham 和 Oakhill (2004)又进一步将故事变长,并设置了在线加工和离线加工,发现在离线加工时理解者可以推测出某种具体的情绪,而在线加工时能区分出匹配与不匹配的情绪,但对于几种与主角情绪状态匹配的情绪词则不能区分。Molinari 等(2009)在这些研究的基础上,又增加了非具体的同一效价(属于不同家族)的情绪词,发现在离线任务中,理解者可以推测到某种情绪;而在在线任务中,属于同一效价不同家族的情绪词的阅读时间更长,而同一家族的情绪词的阅读时间则没有差异。这一结果表明离线阅读中理解者可以推测到具体的情绪,而在线阅读中则是可以推测到效价或情绪类别,但对同一家族的情绪则不能作出区分。综合以上研究,这些结果一致表明理解者可以推测出主角的情绪状态,但对其推测的具体程度依赖于加工方式,如在离线加工中理解者可以推测出主角的具体情绪,而在在线加工中则是可以推测出主角情绪的效价或类别,不能推测出某种具体的情绪。

### 1.2 语篇情绪推测的自动加工

研究者们通过一系列的实验研究表明读者对语篇中情绪的推测是自动进行的。Gernsbacher 等(1992)为了排除理解者对主角情绪的推测是在阅读故事后被迫进行的(因为故事呈现结束后会呈现描述主角情绪的关键句),他们去掉了关键句,给被试呈现一些词语(包含与主角情绪一致、不一致的词语),让他们尽快读出这些词语,结果发现与主角情绪不一致的词语的反应时间要长于一致的词语,表明读者在阅读过程中自动地对主角情绪进行了推测。Gernsbacher, Hallada 和 Robertson (1998)又通过一系列实验,通过不断增加分心任务的负荷,让被试阅读情绪性故事,结果发现即使在最大的分心任务的负荷时,情绪一致与不一致的反应时仍然存在差异,而且都与任务负荷无交互作用,这表明了对情绪的推测是自动进行的。为了更直接地验证这一问题,他们又设置了外显条件和内隐条件,内隐条件与之前的故事一

样,外显条件则在句首加了一个直接描述主角情绪的句子。结果显示情绪一致与不一致的反应时之差在两种条件下没有差异,直接表明了在内隐描述时读者可以像外显描述时一样自动地推测出主角的情绪。近年来随着脑科学的发展,ERP 技术为语篇情绪推测的自动性提供了直接的证据。如 León, Díaz, de Vega 和 Hernández (2010)发现,对主角的情绪描述与语境信息不一致时会诱发更大的 N1/P2 及更大的 N400,这些早期成分的出现表明读者在阅读过程中会自动推测主角的情绪,一旦出现与预期不一致的信息就可以迅速监测到。

### 1.3 语篇情绪推测的在线加工

关于语篇中的情绪推测是在线的还是离线的这一问题,研究者们比较一致地认为,语篇加工中读者对主角情绪的推测是在线进行的,即读者在加工语篇的过程中就进行了情绪推测,而不是等语篇加工结束后再进行(Gernsbacher et al., 1998; Graesser, Singer, & Trabasso, 1994; Marotto, Barreiro, Cevasco, & van den Broek, 2011)。如以上提到的研究中,无论是在线加工还是离线加工,理解者都可以推测主角的情绪,只是推测的具体程度存在差异,而且研究也表明语篇的在线加工中,对主角情绪的推测是自动发生的。另外,Marotto 等(2011)在自然语篇(童话故事)中模拟了语篇理解和回忆的行为数据(实验 1),发现包含情绪推测的模拟比包含回指推理或因果推理的模拟能更好地与被试的行为数据匹配。而且,他们在需要情绪推测的位置设置了词汇判断任务(实验 2),发现情绪推测处的词汇加工得到了易化,表明理解者在阅读过程中就进行了情绪推测,为情绪的在线推测提供了更直接的证据。此外,近年来的很多 ERP 研究,采用情绪违反范式在早期、中期和晚期分别发现了不同的情绪违反的效应(如, Baetens, van der Cruyssen, Achtziger, Vandekerckhove, & van Overwalle, 2011; Bartholow, Fabiani, Gratton, & Bettencourt, 2001; Bartholow, Pearson, Gratton, & Fabiani, 2003; van Overwalle, van den Eede, Baetens, & Vandekerckhove, 2009)。这些研究表明读者会对语篇中的情绪信息进行实时地、在线地加工,一旦发现情绪信息的违反就可以迅速监测到,并在线地更新其情景模型。

综合以上分析,理解者可以理解语篇中主角的情绪,这种理解的具体性依赖于加工方式,离

线加工中可以推测出某种具体的情绪,而在线加工中会激活多种相似的情绪,只能推测出情绪的效价或类别。心理语言学的研究更多地关注了语篇情绪的在线加工,并表明了理解者可以在线地、自动地理解主角的情绪状态。

#### 1.4 理解者对语篇情绪的更新

随着内容的展开,语篇不仅可以表达主角的某种情绪状态,也可以表达情绪信息的动态变化。语篇的情感表达及其给读者带来的体验和感受,是通过一系列情绪性事件实现的,这些事件又组成层级结构。例如叙事性语篇,其情节和情感变化往往经历“起承转合”的过程。读者在阅读中能否觉察到情绪变化,能否随时更新自己的情境模型? Vega (1996)首次采用了情绪转换范式进行考察,发现读者可以追踪到语篇中主角的情绪变化,并能根据这种变化更新其情景模型。他们采用两段的故事,设置了累加语境和转换语境,并在第一段之后与第二段之后两个位置设置了与第一段的情绪一致/不一致的条件,结果发现在累加语境下,两个位置的情绪不一致的句子的阅读时间都长于一致条件。而在转换语境下,第一个位置上情绪不一致的句子的阅读时间要长于一致的句子;而在发生情绪转换后(第二段后)的第二个位置上,与第一段中情绪不一致的句子的阅读时间则短于情绪一致的句子。从他们的材料设置上可以看出,转换语境下与第一段情绪不一致的句子其实是与第二段中的情绪一致的句子,因此阅读时间更短,这表明理解者在第二段中捕捉到了主角的情绪变化,并对其进行了更新,激活了关于第二段中的情绪的心理表征。

继这一研究之后,有很多研究者操纵了情景模型中的人物情绪的变化,来探究其对情景模型更新的影响,发现了情绪转换的效应,即对情绪转换的句子的阅读时间要长于情绪延续的句子。如: Komeda 和 Kusumi (2006)采用日语故事考察了语篇理解过程中读者对主角情绪转换的监控,结果发现无论是外显任务还是内隐任务下,主角情绪转换时读者对关键句的阅读时间都会变长,表明读者可以监控主角情绪的转换,并根据其变化更新自己的情景模型。鲁忠义和马红霞(2011)发现放松-担心(情绪转换)条件的阅读时间长于放松-放松(情绪延续)条件的阅读条件。张金璐,吴莹莹,杨晓虹和杨玉芳(2014a)在话题延续条件

下发现了情绪转换效应,而在话题转换条件下未发现这一效应。此外, Mulcahy 和 Gouldthorp (2016)发现采用第三人称叙述时出现了情绪转换效应,采用第一人称叙述时则未发现这一效应。

以上研究表明,读者在阅读过程中时时追踪语篇中的情绪信息,一旦出现情绪信息的变化就可以觉察到,并相应地更新其情景模型,表现为情绪转换效应。这一效应也受到采用人称及话题结构的影响。近年来,很多 ERP 研究也为语篇中情绪信息的更新提供了证据,下一部分再具体展开讨论这些研究。

## 2 语篇情绪理解涉及的认知过程

读者不仅可以在线地、自动地理解语篇中的情绪信息,并可以对情绪信息的变化进行更新。这初步描述了语篇情绪理解这一现象,那么这种语篇情绪理解具体包含哪些认知过程呢?接下来,我们将通过语篇理解中的认知模型及相关的 ERP 实证研究来探讨这一问题。

### 2.1 来自相关认知模型的推测

研究者们提出了很多关于语篇理解的模型,但并没有一个认知模型是直接针对语篇中的情绪理解的。我们将根据语篇理解的认知模型来推测语篇中情绪理解涉及的认知过程,在此主要介绍三种相关的模型:建构-整合模型(Construction-integration Model)、结构建构模型(Structure-building Framework)与事件标记模型(Event-indexing Model)。

建构-整合模型(Kintsch, 1988)认为语篇理解的目的是建立一个连贯的心理表征。语篇的表征可以分为不同的层级:表层表征(surface representation)、文本基础表征(propositional textbase)和情境模型(situation model),且在语篇表征的形成中包含两个主要的加工过程:建构与整合。该理论的一个主要观点是,建构过程是相对独立于背景的,背景作用主要体现在整合阶段。在建构阶段,单词含义被激活,形成命题。然后语篇中的每个概念和命题以独立于背景的方式从读者的世界知识中提取一些内容。与语篇元素联系强的世界知识有更高的几率被提取。这一阶段是利用语言学输入和理解者的知识库建立文本基础表征的过程。建构的结果就是形成一种最初的、丰富的,但是不连贯的文本基础表征,与语篇元素有联系的内容

在未考虑语篇背景的情况下被纳入进来,其中有很多可能是不合适的。整合过程要将不需要的信息从语篇表征中排除。

结构建构模型(Gernsbacher, 1996)也认为语言理解的目的是要建构一个连贯的心理表征或结构。他们认为建构这个连贯的心理表征的第一步是建立一个基础,然后当输入的新信息和已有的信息连贯的时候将新信息投射到已建立的基础上;如果新输入的信息和已有内容不一致时,就要建立一个新的结构。因此语篇理解过程包括三个基本过程:奠基(Lay foundation)、映射(Mapping)和转移(shifting)。奠基是指为语篇表征或语篇结构设定基础,是理解的第一阶段。奠基完成后,需要通过映射过程将新进入的信息投射到奠基的基础上。当新信息和已有结构不一致或者是一个新观点的开始而不能映射到已有结构中时,理解者会转移到新的结构。理解时最初激活的记忆结点形成心理结构的基础,接下来激活的相同或相关的记忆结点形成了映射。但是当新进入的信息激活了不同的记忆结点,这些不同结点的激活形成了新的结构的基础,这就是转移加工。

人们阅读故事时会建立一个关于故事内容的情境模型,这个情境模型是将当前输入的信息与之前的语境以及世界知识加以整合的连贯的心理表征(Kintsch & van Dijk, 1978; Zwaan & Radvansky, 1998)。为了更完整地理解情景模型的构建涉及的加工过程,Zwaan, Langston 和 Graesser (1995)提出了事件标记模型。该模型认为,随着读者对阅读故事的事件或行为的理解,读者会在多个维度上(时间、空间、人物、因果和意图)监视和更新当前的情境模型。Zwaan 和 Radvansky (1998)将情境模型分为三种:当前模型(current model),整合模型(integrated model)和完全模型(complete model)。他们认为情境模型的加工存在4个过程:一是加工,对读者正在阅读的句子所描述的当前情境模型的建构;二是更新,将当前模型并入到先前句子所描述的整合模型的过程;三是提取,从长时工作记忆中带到整合模型或最终模型的一部分;四是展望,在短时工作记忆中保持提取线索,方便提取长时工作记忆中的整合模型。当前模型被整合,整合模型被更新,而一个新的当前模型在短时工作记忆中建构,这就完成了语篇理解的过程。

从以上三个模型中可以看出,语篇理解的目

的是构建一个连贯的心理表征,连贯表征的构建涉及到一些重要的加工过程,包括建构整合模型中的建构、整合过程,结构建构模型中的奠基、映射、转换过程,事件标记模型中的加工、更新过程。根据这些模型,我们认为语篇中情绪理解可以归纳为两个过程:情绪信息的监控与当情绪信息的评估与更新。建构-整合模型中的建构过程、结构建构模型中的奠基过程、事件标记模型中的加工过程都可以延伸为对当前信息的监控,当前信息的输入与加工是语篇理解的基础,只有分配注意时时监控当前信息才有可能构建语篇的表征。而三个模型中分别对应的整合过程、映射及转换过程、更新过程都可以延伸为对当前情绪信息的评估与更新,三个模型中的整合、映射与更新都是将当前信息整合到已有的心理表征中,对已有的心理表征进行更新;而结构建构模型中的转换过程,则是通过建立新的表征实现心理表征的更新。

## 2.2 来自 ERP 的证据

语篇情绪理解相关的 ERP 研究基本上都是采用违反范式,探讨其加工的时间进程及涉及的认知过程。目前这方面的研究均采用情绪性的语篇进行探讨,但关注的侧面略有不同,总结起来这些研究主要关注三个方面:对主角情绪的理解、对主角行为特质的理解及对语篇中包含的情绪信息的理解。相关的 ERP 研究的主要结果见表1。

一项关注主角情绪的 ERP 研究(León et al., 2010)发现,对主角的情绪描述与语境信息不一致时会诱发更大的 N1/P2 及更大的 N400,表明读者实时监测主角的情绪,一旦出现与预期不一致的信息就可以迅速监测到,并对其进行即时的评估与更新。

关注主角行为特质的研究通过描述主角的一般行为(如,他看到别人就微笑、总是为别人开门)形成对其特质的推测(友好的),然后关键句给出主角的某个具体行为(如,他给了姐姐一个拥抱/一巴掌)与所推测特质的一致/不一致。结果发现,与主角特质不一致的行为会带来早期的 N1 或 P2 效应(Bartholow et al., 2001, 2003; van Overwalle et al., 2009)以及晚期更大的 P300 或 LPP 效应(Bartholow et al., 2001, 2003; van Duynslaeger, Sterken, van Overwalle, & Verstraeten, 2008; van Duynslaeger, van Overwalle, & Verstraeten, 2007; van Overwalle

表 1 语篇情绪理解相关的 ERP 研究

研究	材料内容	不一致的效应	解释
Bartholow 等(2001)	特质 vs 行为	LPC; 300~450 ms; 450~650 ms	对与预期不一致的行为的快速监测; 更精细的语义分析。
Baetens 等(2011)	特质 vs 行为	N400 (300~450 ms); LPC (450~1000 ms)	与预期不一致行为的加工困难; 对不一致行为的评估。
León 等(2010)	情绪性语境 vs 情绪	N1 (70~150 ms)/ P2 (200~300 ms); N400 (350~450 ms)	情绪信息的自动加工; 情绪预期的违反; 理解者时时追踪主角情绪, 一旦发现不一致就能监测到。
Leuthold, Filik, Murphy 和 Mackenzie (2012)	特质或行为 vs 社会性情绪	N400 (200~500 ms); pN400FP (600~1000 ms)	语义整合及语义记忆的提取; 更高水平的评估与分析。
Leuthold, Kunkel, Mackenzie 和 Filik (2015)	情绪性语境 vs 道德行为	P200 (200~300 ms); LPP (320~1000 ms)	未预期到的词获得更多注意; 对不一致信息的评估。
Wang, Bastiaansen 和 Yang (2015)	情绪性语境中名字 信息的一致/不一致	N400 (300~500 ms); P600 (500~700 ms)	快速监测到不一致带来整合困难; 认知控制对不一致情绪信息的持续性分析与加工。
Delaney-Busch 和 Kuperberg (2013)	通过情绪词操纵情 绪性语境 vs 通过 情绪词操纵关键句	无不一致效应	在情绪性语境下, 理解者越过了情绪词的深层语 义信息的加工, 重点加工情绪的动机意义。

et al., 2009)。也有研究发现了更大的 N400 及更大的 LPP (Baetens et al., 2011)。

关于语篇中包含的情绪的研究(Delaney-Busch & Kuperberg, 2013; Leuthold et al., 2012, 2015; Wang et al., 2015), 大多是采用情绪性语篇, 但并不仅仅是主角的情绪, 也包含其他人或事物的情绪。这几项研究中除了一项研究(Delaney-Busch & Kuperberg, 2013)没有发现情绪不一致的效应外, 其他几项研究分别发现了不一致信息诱发了更大的 P200 (Leuthold et al., 2015)、N400(Leuthold et al., 2012; Wang et al., 2015)及 LPP (Leuthold et al., 2012; Wang et al., 2015)。

这些研究虽然关注了不同侧面, 但都是采用情绪性语境来展开研究, 当关键句中的行为或情绪与语境中的情绪信息不一致时, 大部分研究中的效应都包括了两个阶段。由于关注的侧面不同, 情绪信息在语篇中的凸显程度不同, 读者在情绪理解两阶段的加工中, 表现出了 ERP 成分的不同组合模式, 主要包括 N1/P2 与 N400、N1/P2 与 P300/LPC、N400 与 LPC, 也有些研究只出现了 P300/LPC。当语篇内容为主角情绪或较为明显的主角特质时, 读者可以比较容易地监测到语篇中情绪信息的不一致, 会表现出 N1/P2 与 N400 或者 N1/P2 与 P300/LPC 的模式。而当研究者关注的是

语篇中包含的情绪信息时, 读者可能不容易觉察出语篇前后情绪信息的不一致, 对这种不一致信息的觉察稍晚, 表现为 N400 与 LPC 的模式; 在有些研究中, 由于情绪信息不够明显, 读者也可能无法觉察出情绪信息的不一致, 只在晚期情绪信息的评估与更新阶段出现 P300/LPC 效应。这些成分在不同的研究中存在不同的组合, 但一般都可以分为两个阶段, 也为我们之前关于情绪理解的加工过程的推测提供了实证支持。综合认知模型的推测及 ERP 实验证据, 我们认为对语篇中的情绪信息的理解至少包括两个主要的加工过程: 一个是对语篇中情绪信息的实时监控; 另一个是对当前情绪信息的评估与更新。

3 语篇情绪理解涉及的脑区与脑网络

语篇情绪理解包含两个主要的加工过程, 根据关注的侧面不同, 这些加工过程的神经基础表现为 ERP 成分的不同组合模式。要全面把握语篇情绪理解的神经机制, 还需要对这些加工过程可能涉及的脑区及脑网络进行探讨。

心理语言学领域主要通过情绪词(如, Isenberg et al., 1999; Kuchinke et al., 2005)、情绪性句子(如, Lai, Willems, & Hagoort, 2015; Willems, Clevis, & Hagoort, 2011)与情绪性语篇(如, Hsu, Conrad, &

Jacobs, 2014; Hsu, Jacobs, Citron, & Conrad, 2015; Hsu, Jacobs, & Conrad, 2015; Hsu, Jacobs, Altmann, & Conrad, 2015; Wallentin et al., 2011)来探讨情绪信息的加工,在此主要介绍语篇水平上的情绪理解相关研究,这方面的研究目前还不够全面、系统,我们只能从现有的研究中推测出语篇情绪理解的脑基础。

采用情绪性图片的研究发现了较为一致的情绪加工涉及的脑区,主要包括:杏仁核(amygdala)、内侧前额叶(medial prefrontal cortex, mPFC)、扣带回前部(the anterior cingulate gyrus)和脑岛(insula) (Phan, Wager, Taylor, & Liberzon, 2004)。语篇中的情绪理解也会涉及经典的情绪网络,如腹内侧前额叶(vmPFC)、杏仁核。Ferstl, Rinck 和 von Cramon (2005)发现被试在听情绪性语篇时会激活情绪相关的脑区,包括腹内侧前额叶(vmPFC)、左侧杏仁核(left amygdala)及脑桥(pons)。Burin 等(2014)比较了 vmPFC 受损的病人与健康组在阅读语篇时所需要的时间,发现正常组的被试在阅读空间和情绪不一致的句子时阅读时间会变长,而病人组只有在阅读空间不一致的句子时阅读时间才会变长,并不能发现情绪信息的不一致,这表明了 vmPFC 与语篇中的情绪理解有关。Wallentin 等(2011)通过让被试听“The Ugly Duckling”的故事片段,发现高唤醒度的片段会激活右侧杏仁核(right amygdala)。

除了情绪网络,语篇情绪理解还涉及其他网络,主要包括语篇理解网络与心理理论网络(ToM network)。语篇理解网络是语篇理解涉及到的语言网络,语篇情绪理解需要建立在对语篇意义进行理解的基础上,在语篇意义理解的过程中理解语篇中包含的情绪信息。因此,语篇理解网络对语篇情绪理解而言是必要的基础性网络。在语篇理解中,心理理论与共情可以帮助读者理解主角情绪(Ferstl, Neumann, Bogler, & von Cramon, 2008)。读者要理解语篇中的情绪信息,需要认知的与情感的心理理论的参与(Bašnáková, Weber, Petersson, van Berkum, & Hagoort, 2014),因此语篇情绪理解也会涉及心理理论网络。下面就分别展开这两个网络包含的脑区及相关的研究证据。

语篇理解网络除了包括外侧裂周区的核心脑区(如,布洛克区与威尔尼克区)外,还包含扩展的言语网络(Extended Language Network, ELN),

主要有颞叶前部(aTL)、颞上沟(STS)、背内侧前额叶(dmPFC)、扣带回后部及楔前叶(PCC/precuneus) (Ferstl, et al., 2008; Xu, Kemeny, Park, Frattali, & Braun, 2005)。例如, Hsu 等 (2015)发现读者在阅读情绪性故事时除了情绪网络(杏仁核、海马与旁海马皮层)的激活,也激活了左侧额下回与双侧颞叶前部等负责语义加工的脑区。Wallentin 等(2011)发现被试听“The Ugly Duckling”的高唤醒度的片段除了激活右侧杏仁核,还会激活双侧颞叶(bilateral temporal)、额下回(IFG)。Ferstl 和 von Cramon (2007)发现左侧颞叶前部(left anterior temporal lobe, laTL)在阅读情绪性故事时发挥重要作用。Jabbi, Bastiaansen 和 Keysers (2008)发现与中性语篇相比,被试阅读情绪性语篇时左侧额下回(left inferior frontal gyrus)及右侧额颞皮层(right frontal and temporal cortices)的激活增强。这些研究表明,语篇情绪理解除了涉及情绪理解网络,还需要语篇理解相关的脑区参与。

Walter (2012)将共情分为认知共情(cognitive empathy)与情感共情(affective empathy),将心理理论分为认知的心理理论(cognitive ToM)与情感的心理理论(affective ToM)。他指出,认知共情等同于情感的心理理论,主要由腹内侧前额叶(vmPFC)负责。情感共情的核心脑区是前脑岛(anterior insula, AI)与扣带回中部(mid-cingulate cortex, mCC)。这些与情绪网络存在重叠。认知的心理理论网络主要包括颞顶联合区(TPJ)、颞上沟(STS)、腹内侧前额叶(dmPFC)及后内侧皮层(PMC, 如楔前叶、后扣带回、内侧顶上皮层) (Altmann, Bohrn, Lubrich, Menninghaus, & Jacobs, 2012; Baetens, Ma, Steen, & van Overwalle, 2014; Walter, 2012)。关于语篇情绪理解的研究也对这一网络参与提供了支持。例如, Mano, Harada, Sugiura, Saito 和 Sadato (2009)采用情绪理解任务发现被试在理解语篇中的情绪时,会激活与心理理论相关的脑区,如:后扣带回与颞顶联合区。

综合以上研究,语篇情绪理解较为复杂,涉及的脑网络也较多,主要包括情绪网络、语篇理解网络及心理理论网络。这些研究初步探讨了语篇情绪理解可能涉及的脑区及脑网络,对于语篇情绪理解中一些具体加工过程的脑机制并没有进行深入研究。我们之前提到语篇情绪理解包括两个主要的加工过程,即监控情绪信息、对当前情

绪信息进行评估与更新。关于这两个加工过程涉及的脑区,有少量研究的结果可以作为参考。Ferstl 等(2005)发现在不一致信息的监测阶段,情绪信息的不一致会带来 vmPFC、杏仁核的激活增强。有研究表明腹侧前扣带皮层(ventral ACC, vACC)与错误监测(Kober et al., 2008)及情绪冲突(Haviland & Clark, 1974)有关。据此,我们推测语篇情绪理解的早期加工过程(监控语篇中的情绪信息)可能需要 vmPFC、杏仁核、vACC 的参与。关于语篇中情绪信息的评估与更新这一加工过程可能涉及多个脑区, dmPFC 与不一致的情绪信息的整合与更新有关(Ferstl et al., 2005), 背侧前扣带皮层(dorsal ACC, dACC)有评估、加工冲突的功能(Haviland & Clark, 1974), TPJ 负责根据语篇中的主角信息进行心理操作(mentalizing)或推理(Mason & Just, 2009), 前脑岛(AI)负责情绪信息与动机的整合(Moss, Schunn, Schneider, McNamara, & VanLehn, 2011)。这些区域的功能与信息的评估与更新有关,可能会参与语篇理解中情绪理解的晚期加工过程(情绪信息的评估与更新)。

#### 4 总结与展望

语篇加工中,读者可以推测出语篇中的情绪,而且这种推测是自动的、在线进行的。而对情绪状态推测的具体性依赖于加工方式,离线加工中可以推测出某种具体的情绪,而在线加工中会激活多种相似的情绪,只能推测出情绪的效价或类别。读者不仅可以理解语篇情绪,也可以监测到语篇情绪信息的变化并相应地更新其情境模型。语篇情绪理解至少包括两个主要的加工过程,一是对语篇情绪信息的实时监控,二是对当前情绪信息的评估与更新。考察语篇情绪理解的脑神经基础的研究(Burin et al., 2014; Ferstl et al., 2005; Ferstl & von Cramon, 2007; Hsu et al., 2014; Hsu, Jacobs, Citron, et al., 2015; Hsu, Jacobs, & Conrad, 2015; Mason & Just, 2009; Wallentin et al., 2011)表明,语篇情绪理解除了需要经典的情绪加工相关的脑区(如,杏仁核、内侧前额叶)的参与外,还需要语篇理解网络及心理理论网络的参与。另外,情绪理解涉及的两个重要加工过程可能分别由不同的脑区来负责。

已有的语篇情绪理解的具体性的研究主要考虑了加工方式这一因素,并没有考虑材料与任务

的设置。研究者所采用材料的类型(即关注的是主角的情绪、行为特质还是语篇中包含的情绪)、情绪信息的丰富程度、对某种情绪的限制性,这些不同的操纵都可能会影响对情绪信息推测的具体程度。因此,未来研究中如果要考察对语篇中情绪信息推测的具体程度,需要明确以上几个方面的信息,在有前提的情况下讨论推测的具体程度会更加可信。

目前关于语篇理解情绪的研究主要采用了违反范式(Baetens et al., 2011; Bartholow et al., 2001, 2003; León et al., 2010; Leuthold et al., 2012, 2015; Wang et al., 2015)和转换范式(Komeda & Kusumi, 2006; Mulcahy & Gouldthorp, 2016; Vega, 1996; 鲁忠义, 马红霞, 2011; 张金璐等, 2014a)。采用这两种范式的行为研究都发现了情绪违反或情绪转换时会带来阅读时间的增加,相关的 ERP 研究都是采用违反范式,在早期、中期、晚期分别发现了不同的成分,这些不同成分的出现及解释与所采用的违反范式有关,比如对出现的晚期成分,大部分研究者都解释为是对不一致信息的评估与分析(Baetens et al., 2011; Bartholow et al., 2001; Leuthold et al., 2012; Wang et al., 2015),这一加工过程是在违反范式中产生的,那么在正常的语篇阅读中情绪理解需要哪些加工过程呢?根据语篇理解的相关模型以及采用违反范式的相关研究,晚期成分可能反映了对情绪信息的进一步分析并将其整合到之前的表征中或更新其情景模型。同时,在正常的语篇加工中,情绪信息的不断更新是一个重要的加工过程,未来研究中可以通过情绪转换范式,采用 ERP 技术考察正常的语篇阅读中情绪理解的加工过程,为情绪信息的更新提供更加直接的证据。此外,目前关于语篇情绪理解的研究还很少,而且都关注了不同的侧面。关注故事主角情绪的研究(Gernsbacher et al., 1992; Gygax et al., 2003, 2004; Marotto et al., 2009; Vega, 1996)大都是早期的行为实验,只能说明一些现象的存在,无法更加深入地考察其认知机制问题。关注主角行为特质(Baetens et al., 2011; van Duynslaeger et al., 2007, 2008; van Overwalle et al., 2009)及语篇包含的情绪的研究(Delaney-Busch & Kuperberg, 2013; Leuthold et al., 2012, 2015; Wang et al., 2015)较少,从这些研究中目前还无法得出统一的、可靠的结论,未来研究中可以采用不同的研究手段

与不同的研究范式,从不同的侧面对这一问题进行更加深入的探讨。

目前关于语篇情绪理解脑机制的相关研究还比较少,研究者们在不同研究中发现的脑区也不尽相同。这可能与研究者采用的材料及呈现方式有关,比如很多研究者直接选取了小说的情绪性片段,并没有严格控制情绪类型、语篇的长度、涉及的人物角色、呈现方式(视觉/听觉)等。未来研究可以对这几方面的因素适当加以控制,以期得出更加精细的研究结论。另外,语篇情绪理解包含较复杂的认知过程,如,对情绪信息的监控、预期、推理以及情绪信息的整合、再分析等过程,这些不同的加工过程可能由不同的脑区来负责,也可能由某些共同的脑区来完成。这些不同加工过程的脑机制问题目前鲜有文献进行探讨,本文简单阐述了其中两个重要的加工过程可能涉及的脑网络,这也只是我们根据现有研究进行的推测,未来研究可以从这一方向切入,直接研究语篇情绪理解的各个加工过程的脑机制。

近年来,研究者们除了关注语篇情绪理解的加工进程及脑机制,也开始关注影响语篇情绪理解的一些因素,如:语篇结构(张金璐等,2014a;张金璐,吴莹莹,杨晓虹,杨玉芳,2014b)、自我关联性(Fields & Kuperberg, 2012, 2015, 2016; Sperduti et al., 2016)、预期(Lai & Huettig, 2016)、心境(Egidi & Gerrig, 2009; Egidi & Nusbaum, 2012)。这些研究从不同的角度探讨了语篇情绪理解,为情绪理解的研究开拓了一个新的研究方向,未来研究也可以对这些可能的影响因素进行深入研究,探讨其对语篇情绪理解产生影响的神经机制。

语篇情绪理解受到了多学科的关注,情感计算、机器学习以及其他智能化研究都需要以人类的认知加工过程为基础来进行模拟。因此,从心理学视角出发探讨其认知神经机制,对人们深入认识语篇情绪理解有很重要的意义。目前这方面的研究还很粗浅,研究内容相对零散,尚未得到系统的、明确的结果,未来还需要更多的研究来关注这一问题,以期形成系统的认知模型、神经模型及计算模型,为计算科学领域的研究特别是类脑人工智能的研究提供更多的参考与借鉴。

## 参考文献

鲁忠义,马红霞.(2011). 主角情绪和时间信息对情境模型

加工的影响. *心理学报*, 43, 763-770.

张金璐,吴莹莹,杨晓虹,杨玉芳.(2014a). 话题结构对语篇情绪更新的影响. *心理学报*, 46, 1413-1425.

张金璐,吴莹莹,杨晓虹,杨玉芳.(2014b). 话题结构对语篇情绪累加的影响. *心理科学*, 37, 1282-1290.

Altmann, U., Bohrn, I. C., Lubrich, O., Menninghaus, W., & Jacobs, A. M. (2012). The power of emotional valence—from cognitive to affective processes in reading. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6, 192.

Baetens, K., Ma, N., Steen, J., & van Overwalle, O. (2014). Involvement of the mentalizing network in social and non-social high construal. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 9, 817-824.

Baetens, K., van der Cruyssen, L., Achtziger, A., Vandekerckhove, M., & van Overwalle, F. (2011). N400 and LPP in spontaneous trait inferences. *Brain Research*, 1418, 83-92.

Bartholow, B. D., Fabiani, M., Gratton, G., & Bettencourt, B. A. (2001). A psychophysiological examination of cognitive processing of and affective responses to social expectancy violations. *Psychological Science*, 12, 197-204.

Bartholow, B. D., Pearson, M. A., Gratton, G., & Fabiani, M. (2003). Effects of alcohol on person perception: A social cognitive neuroscience approach. *Journal of Personality and Social Psychology*, 85, 627-638.

Bašnáková, J., Weber, K., Petersson, K. M., van Berkum, J., & Hagoort, P. (2014). Beyond the language given: The neural correlates of inferring speaker meaning. *Cerebral Cortex*, 24, 2572-2578.

Burin, D. I., Acion, L., Kurczek, J., Duff, M. C., Tranel, D., & Jorge, R. E. (2014). The role of ventromedial prefrontal cortex in text comprehension inferences: Semantic coherence or socio-emotional perspective? *Brain and Language*, 129, 58-64.

Delaney-Busch, N., & Kuperberg, G. (2013). Friendly drug-dealers and terrifying puppies: Affective primacy can attenuate the N400 effect in emotional discourse contexts. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 13, 473-490.

Egidi, G., & Gerrig, R. J. (2009). How valence affects language processing: Negativity bias and mood congruence in narrative comprehension. *Memory & Cognition*, 37, 547-555.

Egidi, G., & Nusbaum, H. C. (2012). Emotional language processing: How mood affects integration processes during discourse comprehension. *Brain and Language*, 122, 199-210.

Ferstl, E. C., Neumann, J., Bogler, C., & von Cramon, D. Y. (2008). The extended language network: A meta-analysis of neuroimaging studies on text comprehension. *Human Brain Mapping*, 29, 581-593.

Ferstl, E. C., Rinck, M., & von Cramon, D. (2005). Emotional and temporal aspects of situation model processing during text comprehension: An event-related fMRI study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 17, 724-739.

Ferstl, E. C., & von Cramon, D. Y. (2007). Time, space and emotion: fMRI reveals content-specific activation during text comprehension. *Neuroscience Letters*, 427, 159-164.



- Fields, E. C., & Kuperberg, G. R. (2012). It's all about you: An ERP study of emotion and self-relevance in discourse. *NeuroImage*, 62, 562–574.
- Fields, E. C., & Kuperberg, R. G. (2015). Loving yourself more than your neighbor: ERPs reveal online effects of a self-positivity bias. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 10, 1202–1209.
- Fields, E. C., & Kuperberg, G. R. (2016). Dynamic effects of self-relevance and task on the neural processing of emotional words in context. *Frontiers in Psychology*, 6, 2003.
- Gernsbacher, M. A. (1996). The structur building framework: What it is, what it might also be, and why. In B. K. Britton & A. C. Graesser (Eds.), *Models of text understanding* (pp. 289–311). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Gernsbacher, M. A., Goldsmith, H. H., & Robertson, R. R. W. (1992). Do readers mentally represent characters' emotional states? *Cognition and Emotion*, 6, 89–111.
- Gernsbacher, M. A., Hallada, B. M., & Robertson, R. R. W. (1998). How automatically do readers infer fictional characters' emotional states? *Scientific Studies of Reading*, 2, 271–300.
- Graesser, A. C., Singer, M., & Trabasso, T. (1994). Constructing inferences during narrative text comprehension. *Psychological Review*, 101, 371–395.
- Gygax, P., Garnham, A., & Oakhill, J. (2004). Inferring characters' emotional states: Can readers infer specific emotions? *Language and Cognitive Processes*, 19, 613–639.
- Gygax, P., Oakhill, J., & Garnham, A. (2003). The representation of characters' emotional responses: Do readers infer specific emotions? *Cognition and Emotion*, 17, 413–428.
- Haviland, S. E., & Clark, H. H. (1974). What's new? Acquiring new information as a process in comprehension. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 13, 512–521.
- Hsu, C. T., Conrad, M., & Jacobs, A. M. (2014). Fiction feelings in Harry Potter: Haemodynamic response in the mid-cingulate cortex correlates with immersive reading experience. *Neuroreport*, 25, 1356–1361.
- Hsu, C. T., Jacobs, A. M., Citron, F. M., & Conrad, M. (2015). The emotion potential of words and passages in reading Harry Potter-An fMRI study. *Brain and Language*, 142, 96–114.
- Hsu, C. T., Jacobs, A. M., & Conrad, M. (2015). Can Harry Potter still put a spell on us in a second language? An fMRI study on reading emotion-laden literature in late bilinguals. *Cortex*, 63, 282–295.
- Hsu, C. T., Jacobs, A. M., Altmann, U., & Conrad, M. (2015). The magical activation of left amygdala when reading harry potter: An FMRI study on how descriptions of supra-natural events entertain and enchant. *PLoS One*, 10, e0118179.
- Isenberg, N., Silbersweig, D., Engelien, A., Emmerich, S., Malavade, K., Beattie, B., ... Stern, E. (1999). Linguistic threat activates the human amygdala. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 96, 10456–10459.
- Jabbi, M., Bastiaansen, J., & Keysers, C. (2008). A common anterior insula representation of disgust observation, experience and imagination shows divergent functional connectivity pathways. *PLoS One*, 3, e2939.
- Kintsch, W. (1988). The role of knowledge in discourse comprehension: A construction-integration model. *Psychological Review*, 95, 163–182.
- Kintsch, W., & van Dijk, T. A. (1978). Toward a model of text comprehension and production. *Psychological Review*, 85, 363–394.
- Kober, H., Barrett, L. F., Joseph, J., Bliss-Moreau, E., Lindquist, K., & Wager, T. D. (2008). Functional grouping and cortical-subcortical interactions in emotion: A meta-analysis of neuroimaging studies. *NeuroImage*, 42, 998–1031.
- Komeda, H., & Kusumi, T. (2006). The effect of a protagonist's emotional shift on situation model construction. *Memory & Cognition*, 34, 1548–1556.
- Kuchinke, L., Jacobs, A. M., Grubich, C., Võ, M. L. H., Conrad, M., & Herrmann, M. (2005). Incidental effects of emotional valence in single word processing: An fMRI study. *NeuroImage*, 28, 1022–1032.
- Lai, V. T., & Huettig, F. (2016). When prediction is fulfilled: Insight from emotion processing. *Neuropsychologia*, 85, 110–117.
- Lai, V. T., Willems, R. M., & Hagoort, P. (2015). Feel between the lines: Implied emotion in sentence comprehension. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 27, 1528–1541.
- Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. (1997). Motivated attention: Affect, activation, and action. In P. J. Lang, R. F. Simons, & M. T. Balaban (Eds.), *Attention and orienting: Sensory and motivational processes* (pp. 97–135). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- León, I., Díaz, J. M., de Vega, M., & Hernández, J. A. (2010). Discourse-based emotional consistency modulates early and middle components of event-related potentials. *Emotion*, 10, 863–873.
- Leuthold, H., Filik, R., Murphy, K., & Mackenzie, I. G. (2012). The on-line processing of socio-emotional information in prototypical scenarios: Inferences from brain potentials. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 7, 457–466.
- Leuthold, H., Kunkel, A., Mackenzie, I. G., & Filik, R. (2015). Online processing of moral transgressions: ERP evidence for spontaneous evaluation. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 10, 1021–1029.
- Mano, Y., Harada, T., Sugiura, M., Saito, D. N., & Sadato, N. (2009). Perspective-taking as part of narrative comprehension: A functional MRI study. *Neuropsychologia*, 47, 813–824.
- Marotto, C. M., Barreiro, J. P., Cevalco, J., & van den Broek, P. (2011). Generation of emotional inferences during text comprehension: Behavioral data and implementation through the landscape model. *Escritos de Psicología*, 4, 9–17.
- Mason, R. A., & Just, M. A. (2009). The role of the theory-of-mind cortical network in the comprehension of narratives.

- Language and Linguistics Compass*, 3, 157–174.
- Molinari, C., Burin, D., Saux, G., Barreyro, J. P., Irrazabal, N., Bechis, M. S., ... Ramenzoni, V. (2009). Fictional characters' emotional state representation: What is its degree of specificity? *Psicothema*, 21, 9–14.
- Moss, J., Schunn, C. D., Schneider, W., McNamara, D. S., & VanLehn, K. (2011). The neural correlates of strategic reading comprehension: Cognitive control and discourse comprehension. *NeuroImage*, 58, 675–686.
- Mulcahy, M., & Gouldthorp, B. (2016). Positioning the reader: The effect of narrative point-of-view and familiarity of experience on situation model construction. *Language and Cognition*, 8, 96–123.
- Phan, K. L., Wager, T. D., Taylor, S. F., & Liberzon, I. (2004). Functional neuroimaging studies of human emotions. *CNS Spectrums*, 9, 258–266.
- Russell, J. A. (1980). A circumplex model of affect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 39, 1161–1178.
- Sperduti, M., Arcangeli, M., Makowski, D., Wantzen, P., Zalla, T., Lemaire, S., ... Piolino, P. (2016). The paradox of fiction: Emotional response toward fiction and the modulatory role of self-relevance. *Acta Psychologica*, 165, 53–59.
- van Duynslaeger, M., Sterken, C., Van Overwalle, F., & Verstraeten, E. (2008). EEG components of spontaneous trait inferences. *Social Neuroscience*, 3, 164–177.
- van Duynslaeger, M., van Overwalle, F., & Verstraeten, E. (2007). Electrophysiological time course and brain areas of spontaneous and intentional trait inferences. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 2, 174–188.
- van Overwalle, F., van den Eede, S., Baetens, K., & Vandekerckhove, M. (2009). Trait inferences in goal-directed behavior: ERP timing and localization under spontaneous and intentional processing. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 4, 177–190.
- Vega, M. (1996). The representation of changing emotions in reading comprehension. *Cognition & Emotion*, 10, 303–322.
- Wallentin, M., Nielsen, A. H., Vuust, P., Dohn, A., Roepstorff, A., & Lund, T. E. (2011). Amygdala and heart rate variability responses from listening to emotionally intense parts of a story. *NeuroImage*, 58, 963–973.
- Walter, H. (2012). Social cognitive neuroscience of empathy: Concepts, circuits, and genes. *Emotion Review*, 4, 9–17.
- Wang, L., Bastiaansen, M., & Yang, Y. F. (2015). The influence of emotional salience on the integration of person names into context. *Brain Research*, 1609, 82–92.
- Willems, R. M., Clevis, K., & Hagoort, P. (2011). Add a picture for suspense: Neural correlates of the interaction between language and visual information in the perception of fear. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 6, 404–416.
- Xu, J., Kemeny, S., Park, G., Frattali, C., & Braun, A. (2005). Language in context: Emergent features of word, sentence, and narrative comprehension. *NeuroImage*, 25, 1002–1015.
- Zwaan, R. A., Langston, M. C., & Graesser, A. C. (1995). The construction of situation models in narrative comprehension: An event-indexing model. *Psychological Science*, 6, 292–297.
- Zwaan, R. A., & Radvansky, G. A. (1998). Situation models in language comprehension and memory. *Psychological Bulletin*, 123, 162–185.

## Emotion comprehension in discourse and its cognitive neural mechanism

ZHANG Xiuping<sup>1,2</sup>; ZHANG Yuping<sup>1,2</sup>; YANG Xiaohong<sup>1</sup>; YANG Yufang<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> Key Laboratory of Behavioral Science, Institute of psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

(<sup>2</sup> University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

**Abstract:** Emotion comprehension is of great significance for discourse comprehension and it is widely studied in psycholinguistics. Previous studies demonstrated that readers infer emotional information in discourse on-line and automatically. What's more, readers can keep track of emotional change in discourse and update their situation model accordingly. Recently, some empirical ERP studies and related discourse comprehension theories showed that at least two processes are involved in emotion comprehension in discourse: one is the monitoring of emotional information and the other is the evaluation and updating of current emotional information. Related fMRI studies suggested that emotion comprehension in discourse activated not only emotion network, but also other networks, such as narrative comprehension network and theory of mind (ToM) network. In the future, more studies are needed to explore the influential factors of emotion comprehension and its cognitive neural mechanisms. The findings can be useful for the studies of emotion computing.

**Key words:** discourse; emotion comprehension; cognitive processes; neural mechanism