



# 内隐和外显记忆测验中相关性差异的ERP研究

李月婷<sup>①</sup>, 李琦<sup>②</sup>, 郭春彦<sup>①\*</sup>

① 首都师范大学心理系, 北京 100048;

② 中国科学院心理研究所心理健康重点实验室, 北京 100101

\* 联系人, E-mail: [guocy@mail.cnu.edu.cn](mailto:guocy@mail.cnu.edu.cn)

2008-10-08 收稿, 2009-04-01 接受

国家自然科学基金(批准号: 30570603, 30870760)、北京市“学习与认知”重点实验室及北京市属市管高校人才强教计划资助项目

**摘要** 采用学习-再认范式, 利用事件相关电位(ERPs)技术, 探讨社会认知领域中的相关性(主相关词和他相关词)在内隐和外显记忆测验中的差异。结果发现, 无论在内隐还是在外显记忆测验中, 他相关词都比主相关词的ERP波形更负; 在社会性材料的语义加工过程中, 存在N400效应; 在700~900 ms时程上, 存在提取方式的ERP分离: 在内隐提取过程中, 相关性的ERP之间不存在差异; 而在外显提取过程中, 两者的ERP存在显著差异; 利用Curry6.0系统进行ERPs溯源分析发现, 在400 ms上主相关词和他相关词都激活了左楔前叶, 而他相关词额外激活了右楔前叶, 在600 ms上二者的大脑发生源都在左楔前叶。总之, 实验结果表明, 人类对主相关词和他相关词的认知是不同的, 对与自身关系更密切的他相关词反应更强, 这体现了对与自身关系更密切刺激的注意偏向。

**关键词**

内隐记忆测验

外显记忆测验

相关性

事件相关电位(ERPs)

LORETA

人类记忆具有复杂的认知功能, 先前经验对人类记忆的影响可以是无意识的, 也可以是有意识的, 根据有无意识提取的标准可以把记忆分为内隐记忆和外显记忆。实验研究表明, 内隐记忆和外显记忆依赖不同的记忆系统, 并且这些记忆系统和大脑的不同区域相联系<sup>[1,2]</sup>。

早期心理学家对内隐记忆和外显记忆的研究主要是针对抽象概念的信息加工, 随着认知心理学和社会心理学越来越密切的结合, 社会认知的研究逐步发展起来, 从社会认知加工的有意识和无意识角度可以把社会认知划分为外显和内隐两个方面。有关社会认知的研究表明, 与外显记忆相比, 内隐记忆对社会认知的贡献更大<sup>[3]</sup>。这就为研究社会认知领域中内隐记忆和外显记忆的分离提供了理论基础。

刺激本身特点是影响社会信息加工因素之一, 有关此类的研究也比较多。近年来的研究表明, 在社会认知过程中, 反应者会在意识阈之下将刺激自动

分为积极和消极两类。同一范畴的刺激, 仅仅由于正负效价不同, 就会对认知任务的完成产生不同的影响<sup>[4]</sup>。比如, Pratto等人<sup>[5,6]</sup>运用Stroop词表范式进行了关于“不同效价刺激的注意攫取能力”的实验研究, 结果表明, 被试对消极词颜色识别的反应时明显长于对积极词的识别, 这说明在颜色识别任务中, 消极词的干扰效应大于积极词, 也就是说消极词对注意攫取的能力更强。但进一步的研究发现了一些相互矛盾的现象。例如, Hout等人<sup>[7]</sup>采用情感Stroop范式进行研究, 发现同属消极效价的形容词却有不同的实验效应: 实验者在“威胁、恐惧”这样的形容词上发现了消极词效应(对消极词的颜色识别反应时比中性词的颜色识别长), 而在“焦虑、抑郁”这样的形容词上却没有发现这一点, 表明消极词效应并不存在于所有情况中。因此, 仅仅用效价作为刺激区分的唯一指标可能不能很好地解释人类复杂的信息加工过程。

英国心理学家Peeters等人<sup>[8~10]</sup>曾经提出了区分

**引用格式:** 李月婷, 李琦, 郭春彦. 内隐和外显记忆测验中相关性差异的ERP研究. 科学通报, 2009, 54: 1902~1911

Li Y T, Li Q, Guo C Y. Differences of relevance in implicit and explicit memory tests: An ERP study. Chinese Sci Bull, 2009, 54: 2669—2684, doi: 10.1007/s11434-009-0396-8

特征词的一个重要维度——相关性。他认为,某一特征的效价除了取决于特征本身的涵义以外,还依赖于评价者的认知角度:一个人所持有的品质如果对他周围人有利或者有害的影响较大(如宽容、苛刻),那么这样的品质特征叫做他相关;如果一个人所持有的品质对他本人有利或者有害的影响较大(如自信、软弱),那么这样的品质特征叫做主相关。从Peeters的理论出发,Wentura等人<sup>[11]</sup>进一步通过实验证明人们能够在意识阈之下自动地对刺激进行相关性的区分。

他相关表示和A交往的周围人所持有的品质对A有比较大的有利或者有害影响,属于与A自身相关的东西,也就是说他相关和A对他周围安全或危险环境的知觉有关。主相关表示从A角度出发,和A交往的周围人所持有的品质对持有者本人有比较大的影响,也属于与A自身相关的东西,也就是说主相关和A对自己周围人心理状态的知觉有关。James<sup>[12]</sup>认为一切与自身相关的事物在某种程度上都会成为自我的一部分。认知心理学家认为自我就是对自己的心理表征,他们主要研究的问题是有关自我的心理表征是否与有关其他的心理表征不同,通过研究信息加工过程中自我知识的作用来检验自我是否具有独特性。但是很少有进行如下问题的研究:他人的有利有害品质特征对持有者周围人影响的表征与他人的有利有害品质特征对持有者本人影响表征之间的差别。

大量有关语义研究的ERP实验结果显示,在对不同类型的词语进行语义加工时均发现了N400效应<sup>[13~15]</sup>。例如,在各种有关具体词和抽象词的实验任务中<sup>[13,15]</sup>,我们都发现在300~500 ms时程上,具体词的N400比抽象词的更大。根据双编码理论,具体词由言语和表象系统加工,而抽象词只由言语系统加工,因此具体词与抽象词相比,获得了更多的信息,体现为ERP波形更负。就相关性而言,Wentura等人<sup>[11]</sup>认为消极他相关词语尤其需要注意,在加工时会获取更多信息。因此我们推测,与具体性效应类似,他相关词的ERP波形会比主相关词更负。

在当前社会认知神经科学的研究领域中,Chiao等人<sup>[16]</sup>和Han等人<sup>[17]</sup>在fMRI实验中,分别给日本人和高加索人呈现日本人恐惧的面孔和在美国居住的高加索人恐惧的面孔,发现在杏仁核激活的区域方面,日本人对本国人的恐惧面孔进行加工时激活更大,同样高加索人也是对本民族人的恐惧面孔进行

加工时激活更大。这说明在加工和自己关系较密切的刺激时,大脑的反应更强烈。Lin等人<sup>[18]</sup>的ERP研究说明了同样的问题,他先让两组中国被试分别置于有关独立自我解释和有关相互依赖自我解释的启动环境中,然后让被试知觉背景和客体,发现在独立自我解释启动环境下的被试对客体反应的P1波幅更大,而在相互依赖自我解释启动环境下的被试对背景反应的P1波幅更大。另外,Baumeister等人<sup>[19]</sup>有关普通信息和威胁信息的ERP研究结果,也反映了在进行与自身关系较密切的威胁刺激加工时,大脑的加工强度更大。与以往研究类似<sup>[16~19]</sup>,本实验社会认知材料中的他相关词比主相关词与自身关系更密切,由此我们推测他相关词与主相关词相比,也能够引起大脑更强烈的反应。

综上所述,前人对相关性的研究多集中在行为研究的水平上,对于这类词的ERP研究目前还没有。这些在内隐水平上得到区分的相关性是否在内隐记忆提取中也有同样特点;相关性是否会受内隐记忆和外显记忆提取方式的影响;在ERPs上会有怎样的特点,反映了怎样的认知过程,这些都是我们在本研究中希望探讨的问题。

## 1 实验方法

(i) 被试。16名被试均为北京高校学生(8名男生,8名女生),年龄从20岁到25岁(平均22.06岁)。所有被试均为右利手,视力或者矫正视力正常,无脑部疾病史。实验结束后付给被试一定报酬。

(ii) 刺激材料。在文献<sup>[20~24]</sup>中查找品质特征形容词,让被试进行评定,从评定者A的角度出发,这些品质特征词对品质持有者本人影响大,还是对包括A在内的品质持有者周围人的影响大。对品质持有者本人影响较大的词为主相关词,对包括A在内的品质持有者周围人的影响较大的词为他相关词。然后让被试评定这些词语的正负效价,确定积极主他相关词和消极主他相关词。最后平衡词频和笔划选出420个词语。主相关词和他相关词之间在词频和笔划上没有统计差异(词频 $t = 0.483, P = 0.629$ ;笔划 $t = -1.512, P = 0.131$ )。从文献<sup>[20]</sup>查找出名词140个。通过把两个没有意义联系的字随机组合产生非词140个。

根据上述标准,把这700个刺激作为实验材料,其中填充名词140个,非词140个,相关性形容词语420个,主相关形容词和他相关形容词各210个,其

中积极主相关形容词和消极主相关形容词各 105 个, 积极他相关形容词和消极他相关形容词各 105 个. 所有词语随机分成 14 个 block, 7 个主相关词语 block 和 7 个他相关词语 block, 呈现时 block 顺序在被试间进行了平衡. 每个 block 包括 3 个阶段: 学习、内隐测试和外显测试阶段. 学习阶段相关性词语 10 个(积极形容词和消极形容词各 5 个), 填充名词 10 个; 内隐阶段旧词相关性词语 10 个(学习阶段的 10 个词), 新词相关性词语 10 个(积极形容词和消极形容词各 5 个)和非词 10 个; 外显阶段旧词相关性词语 10 个(学习阶段的 10 个词), 新词相关性词语 10 个(积极形容词和消极形容词各 5 个).

(iii) 实验程序. 被试坐在隔音电磁屏蔽室内的沙发里, 所有刺激都呈现在屏幕中央, 显示背景为黑色, 字体为黑体, 字号为 40. 要求被试始终注意屏幕中央, 屏幕距离被试 80 cm, 视角为  $1.86^{\circ} \times 4.37^{\circ}$ . 实验分为 3 个阶段: (1) 学习阶段: 先呈现两个填充词, 然后呈现正式实验刺激. 每个刺激呈现 800 ms, ISI 为  $1100 \pm 100$  ms, 让被试对名词和形容词做出判断并按键反应, 名词按左键, 形容词按右键, 学习阶段结束呈现一个三位数字, 要求被试进行倒减 3 运算, 持续 10 s; (2) 词汇判断测验: 学习结束后进行词汇判断测验, 要求被试尽快做出判断并按键进行反应, 词按左键, 非词按右键; (3) 再认测验: 在词汇判断测验结束后进行, 要求被试判断呈现的词语是否在学习阶段见过并按键反应, 旧词按左键, 新词按右键. 两测验刺激呈现及 ISI 时间与学习阶段相同, 左右手按键在被试间进行了平衡. 实验序列示意图 1.

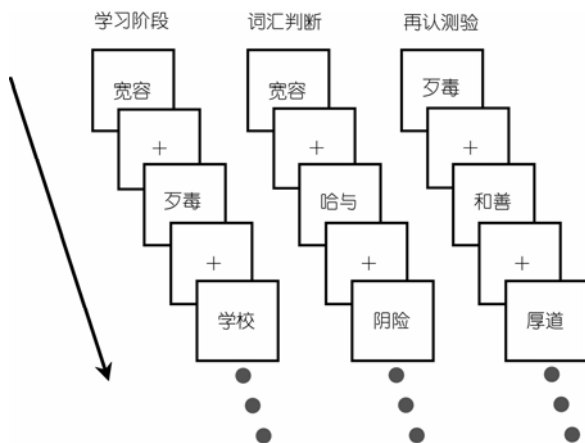


图 1 实验程序示意图

(iv) 数据的获得与处理. 采用 Neuroscan ERPs

记录与分析系统, 根据国际 10~20 系统扩展的 62 导 Ag/AgCl 电极帽记录 EEG, 左眼眶上下记录垂直眼电, 双眼外侧记录水平眼电. 参考电极置于左侧乳突, 接地点在 FPz 和 Fz 的中点, AD 采样频率为 500 Hz, 滤波带通为 0.05~40 Hz, 电极与头皮之间的阻抗小于 5 k $\Omega$ .

对记录获得的连续 EEG 进行离线分析处理, 排除眼动伪迹, 其他在  $\pm 75$   $\mu$ V 之外的伪迹在迭加的过程中被剔除. 以左右乳突的代表平均为参考电压进行修正. 脑电分析时程为 900 ms, 基线为刺激呈现前 100 ms. 内隐和外显记忆测验的 ERPs 均包括新词和旧词相关性的 ERPs, 以及新旧词合并后的 ERPs, 共 12 条. 根据头皮分布并结合波形、地形图的特点, 选取了 3 个时程(300~500, 500~700 和 700~900 ms<sup>[25,26]</sup>)和 5 个脑区(前额区、额区、中央区、顶区和枕区). 每个脑区选取 3 个电极, 即 FP2, FPz, FP1, F4, Fz, F3, C4, Cz, C3, P4, Pz, P3, O2, Oz, O1, 将 3 个电极取平均数作为这个脑区的代表<sup>[27,28]</sup>, 如图 2 所示. 数据分析使用 SPSS15.0 软件包, 进行重复测量方差分析, 并采用 Greenhouse-Geisser 法矫正.

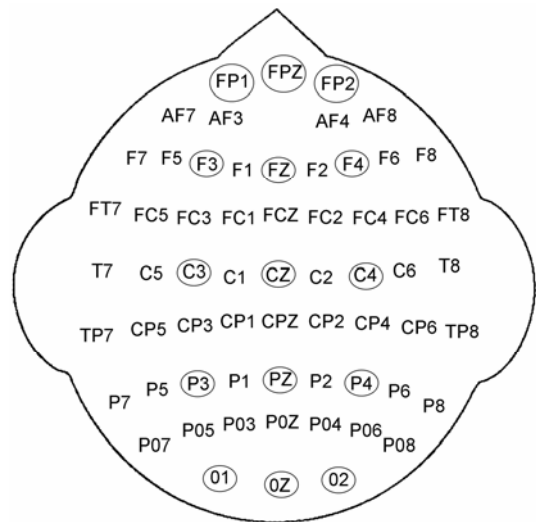


图 2 64 导电极分布图

## 2 结果分析

### 2.1 行为数据

对反应时进行相关性(主相关、他相关)、提取方式(词汇判断测验、再认测验)和新旧(新词、旧词)三因素重复测量方差分析, 结果发现, 相关性主效应显著,  $F(1,15) = 12.38$ ,  $P < 0.01$ , 新旧主效应显著,  $F(1,15) = 67.08$ ,  $P < 0.001$ . 对正确率进行相关性(主相关词、他

相关词)、提取方式(词汇判断测验、再认测验)和新旧(新词、旧词)三因素重复测量方差分析,结果发现,提取方式存在显著的主效应,  $F(1,15) = 50.71, P < 0.001$ , 相关性和新旧两因素均不存在显著主效应,  $P > 0.05$  (表 1)。

**表 1 词汇判断测验和再认测验新旧词下相关性的正确率和反应时<sup>a)</sup>**

| 类别         | 词汇判断测验    |           | 再认测验      |           |
|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|            | 旧词        | 新词        | 旧词        | 新词        |
| 正确率 他相关(%) | 93.4(1.6) | 90.8(1.3) | 84.6(2.0) | 80.3(2.4) |
| 主相关(%)     | 93.0(1.6) | 94.7(3.2) | 86.1(2.4) | 83.1(2.5) |
| 反应时 他相关/ms | 548(12)   | 597(13)   | 627(15)   | 669(14)   |
| 主相关/ms     | 521(13)   | 578(14)   | 606(15)   | 664(16)   |

a) 括号内为标准差

从表 1 可以看到,在词汇判断测验和再认测验两种提取方式中,无论是旧词还是新词,他相关词反应时比主相关词反应时都长。为了综合考察相关性,分别把两种提取方式下主相关词和他相关词的旧词数据合并处理,新词数据合并处理,同时分别把主相关词的新旧词以及他相关词的新旧词数据合并处理,结果如下:

(1) 对新旧(新词、旧词)和提取方式(词汇判断测验、再认测验)进行两因素的重复测量方差分析。结果发现,在反应时上,新旧主效应显著:  $F(1,15) = 39.62, P < 0.001$ , 新词的反应时更长,但二者的交互作用不显著;在正确率上,新旧主效应以及新旧和提取方式的交互作用均不显著,  $P_s > 0.05$  (表 2)。

(2) 对相关性(主相关词、他相关词)和提取方式(词汇判断测验、再认测验)进行两因素的重复测量方差分析。结果发现,在反应时上,相关性主效应显著:  $F(1,15) = 16.78, P < 0.01$ , 他相关词反应时更长,但二者的交互作用不显著;在正确率上,相关性主效应以及相关性和提取方式的交互作用均不显著,  $P_s > 0.05$  (表 2)。

**表 2 词汇判断测验和再认测验的正确率和反应时<sup>a)</sup>**

| 类别  | 词汇判断测验   |            | 再认测验     |           |
|-----|----------|------------|----------|-----------|
|     | 反应时/ms   | 正确率(%)     | 反应时/ms   | 正确率(%)    |
| 旧词  | 533(12)  | 93.0 (1.4) | 619 (15) | 87.8(1.9) |
| 新词  | 582 (14) | 92.7(0.7)  | 661(14)  | 82.4(2.5) |
| 他相关 | 571(12)  | 92.1(1.2)  | 650(14)  | 84.9(2.0) |
| 主相关 | 545(14)  | 93.7 (1.1) | 627(14)  | 85.3(1.6) |

a) 括号内为标准差

## 2.2 ERPs 基本特征

总体观察,相关性波形的基本特征具有一致性,主相关词的波形比他相关词更正,平均大约在 350 ms 处主相关词和他相关词产生分离,在中央区 600 ms 左右,这种分离最大。具体来说,词汇判断测验下新词相关性出现差异的时间比旧词相关性要晚,差异也较大。再认测验下旧词相关性波形相比新词要更平。

## 2.3 ERPs 数据的统计分析

(i) 两种提取方式下新旧词的相关性分析。对相关性(主相关词、他相关词)、提取方式(词汇判断测验、再认测验)、新旧(新词、旧词)、时间(300~500, 500~700, 700~900 ms)和脑区(前额区、额区、中央区、顶区、枕区)进行五因素重复测量方差分析发现,相关性、提取方式、新旧和脑区交互作用显著,  $F(4,60) = 4.09, P < 0.05$ 。分别分析两种提取方式下的相关性。

在词汇判断测验中,相关性、新旧和时间的交互作用显著,  $F(2,30) = 4.30, P < 0.05$ 。300~500 ms 上,新旧主效应显著,  $F(1,15) = 8.50, P < 0.05$ 。在旧词上,相关性和脑区的交互作用显著,  $F(1,15) = 4.26, P < 0.05$ 。简单效应分析发现,在前额区、额区和中央区上,主相关词的 ERP 波形比他相关词更正,  $P_s < 0.05$ 。在新词上,相关性和脑区的交互作用显著,  $F(1,15) = 7.63, P < 0.05$ 。简单效应分析发现,在前额区、额区和中央区上,主相关词的 ERP 波形比他相关词更正,  $P_s < 0.05$ 。500~700 ms 上,相关性、新旧和脑区的交互作用显著,  $F(1,15) = 6.70, P < 0.01$ 。在旧词上,相关性和脑区的交互作用显著,  $F(1,15) = 5.43, P < 0.05$ 。简单效应分析发现,在中央区上,主相关词的 ERP 波形比他相关词更正,  $F(1,15) = 7.83, P < 0.05$ 。在新词上,相关性和脑区的交互作用显著,  $F(1,15) = 6.52, P < 0.05$ 。简单效应分析发现,在前额区、额区、中央区和顶区上,主相关词的 ERP 波形比他相关词更正,  $P_s < 0.05$ 。700~900 ms 上,相关性、新旧和脑区的交互作用显著,  $F(1,15) = 4.27, P < 0.05$ 。在旧词上,相关性主效应以及相关和脑区的交互作用均不显著,  $P_s > 0.05$ 。在新词上,相关和脑区的交互作用显著,  $F(1,15) = 3.65, P < 0.05$ 。简单效应分析发现,在前额区、额区、中央区以及顶区上,主相关词的 ERP 波形比他相关词更正,  $P_s < 0.05$ 。

在再认测验中,相关性主效应显著,  $F(1,15) = 7.65, P < 0.05$ 。时间主效应显著,  $F(1,15) = 20.74, P <$

0.05. 300~500 ms 上, 相关性主效应显著,  $F(1,15) = 5.80, P < 0.05$ . 500~700 ms 上, 相关性主效应显著,  $F(1,15) = 7.26, P < 0.05$ , 相关性和脑区交互作用显著,  $F(1,15) = 4.14, P < 0.05$ , 新旧和脑区交互作用显著,  $F(1,15) = 9.34, P < 0.05$ . 在旧词上, 相关性和脑区交互作用显著,  $F(1,15) = 4.83, P < 0.05$ , 简单效应分析发现, 在中央区上, 主相关词的 ERP 波形比他相关词更正,  $F(1,15) = 7.67, P < 0.05$ ; 在新词上, 相关性主效应显著,  $F(1,15) = 5.37, P < 0.05$ . 700~900 ms 上, 相关性主效应显著,  $F(1,15) = 3.54, P < 0.05$ . 进一步分析发现, 在旧词上, 相关性主效应以及相关性和脑区交互作用均不显著,  $P_s > 0.05$ ; 在新词上, 相关性主效应显著,  $F(1,15) = 7.18, P < 0.05$ .

(ii) 对相关性的总体分析. 从图 3 可以看到, 在词汇判断测验和再认测验的新旧词中他相关词比主相关词的 ERP 波形更负. 可见, 这种趋势和词的新旧以及提取方式无关, 是稳定存在的. 为了综合考察相关性, 分别把词汇判断测验和再认测验中新旧词的主相关刺激迭加处理, 他相关刺激迭加处理.

对 ERPs 数据进行四因素重复测量的方差分析, 四因素分别为: 相关性(主相关词、他相关词)、时间

(300~500, 500~700, 700~900 ms)、提取方式(词汇判断测验、再认测验)、脑区(前额区、额区、中央区、顶区和枕区). 结果发现(图 4), 相关性和脑区交互作用显著,  $F(1,15) = 8.01, P < 0.01$ , 时间主效应显著,  $F(1,15) = 25.16, P < 0.001$ . 进一步分析发现:

(1) 300~500 ms, 提取方式和脑区交互作用显著,  $F(1,15) = 14.73, P < 0.001$ . 在词汇判断测验中, 相关性和脑区交互作用显著,  $F(1,15) = 10.46, P < 0.001$ . 简单效应分析发现, 在前额区、额区以及中央区上, 主相关词的 ERP 波形比他相关词更正,  $P_s < 0.01$ . 在再认测验中, 相关性和脑区交互作用显著,  $F(1,15) = 3.42, P < 0.05$ , 简单效应分析发现, 在前额区、额区以及中央区上, 主相关词的 ERP 波形比他相关词更正,  $P_s < 0.05$ .

(2) 500~700 ms, 相关性和脑区交互作用显著,  $F(1,15) = 8.04, P < 0.01$ . 在词汇判断测验中, 相关性和脑区交互作用显著,  $F(1,15) = 6.00, P < 0.05$ . 简单效应分析发现, 在额区、中央区和顶区, 主相关词的

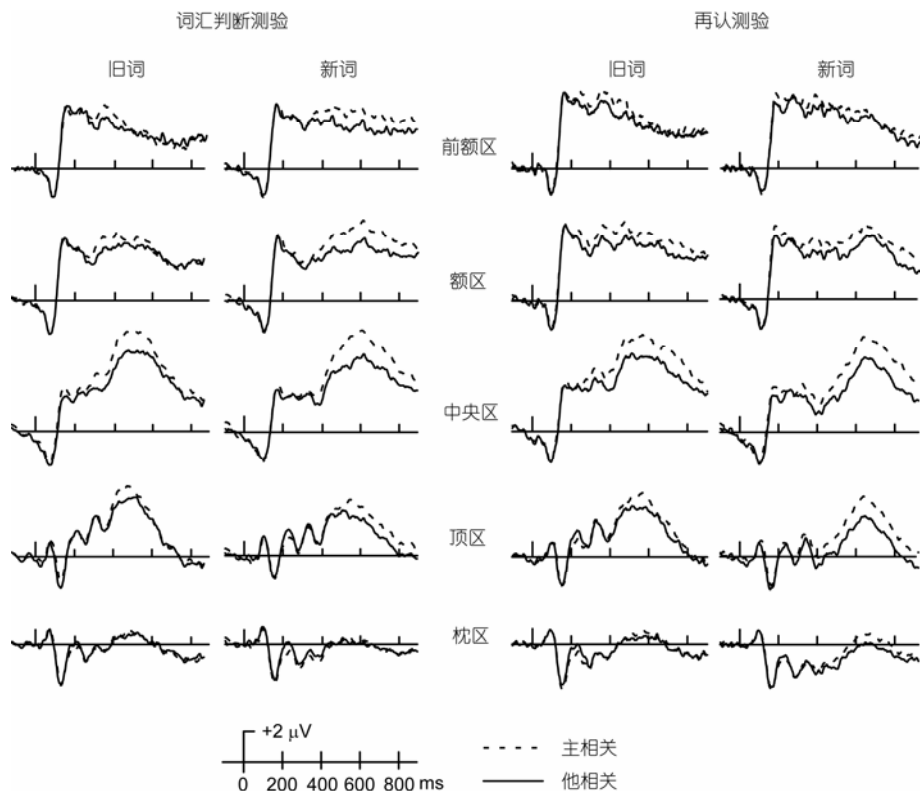




图 3 词汇判断和再认测验中的相关性在旧词和新词上的 ERP 波形比较

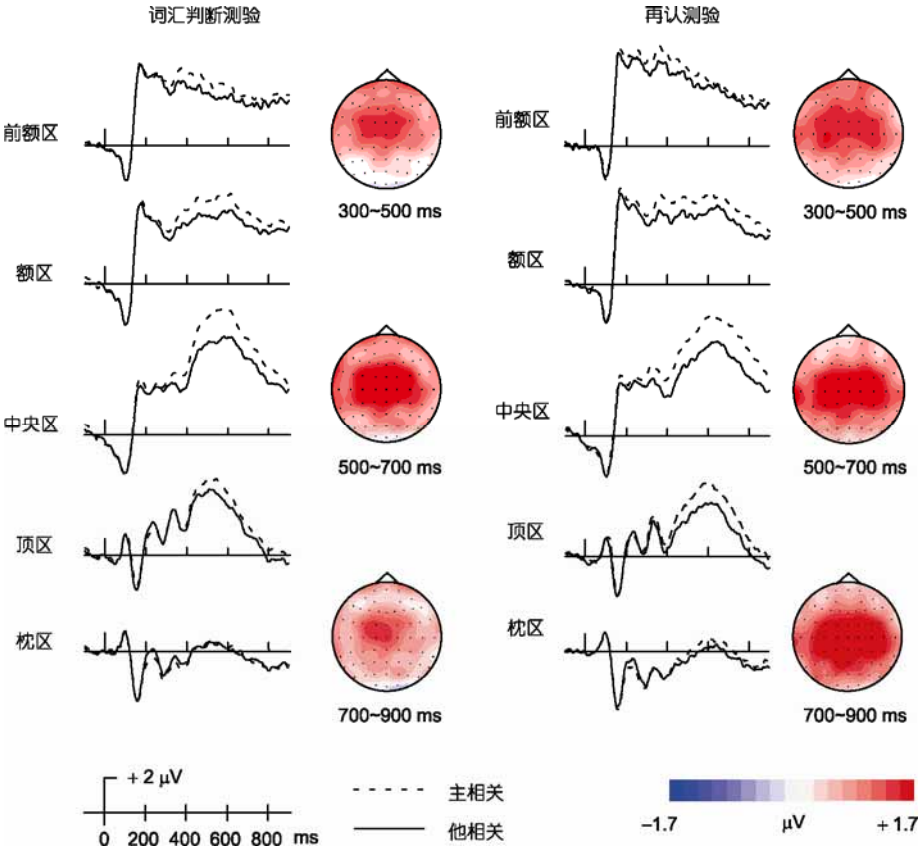


图 4 词汇判断和再认测验中相关性 ERP 波形比较及差异波地形图(主相关-他相关)

ERP 波形比他相关词更正,  $P_s < 0.05$ . 在再认测验中, 相关性和脑区交互作用显著,  $F(1,15) = 4.26, P < 0.05$ . 简单效应分析发现, 在中央区、顶区以及枕区上, 主相关词的 ERP 波形比他相关词更正,  $P_s < 0.05$ .

(3) 700~900 ms, 相关性和脑区交互作用显著,  $F(1,15) = 3.78, P < 0.05$ . 在词汇判断测验中, 相关性主效应以及相关性和脑区的交互作用均不显著,  $P_s > 0.05$ . 在再认测验中, 相关性和脑区交互作用显著,  $F(1,15) = 3.59, P < 0.05$ . 简单效应分析发现, 在中央区和顶区上, 主相关词的 ERP 波形比他相关词更正,  $P_s < 0.05$ .

(iii) 词汇判断和再认测验中相关性关系的ERPs

溯源分析. 将不同分类的总平均ERPs导入具有标准MRI头像的Curry6.0系统, 用LORETA电流密度法和偶极子拟合法在三壳球模型中重建各任务在不同时段的头皮活动源. 根据词汇判断测验和再认测验提取方式下的总平均ERPs图, 我们考察了 300~900 ms 的溯源分析结果, 发现激活区域类似. 根据文献 [13~15]和本实验对ERP数据成分的分析, 我们分别取 400 和 600 ms词汇判断测验与再认测验中他相关数据和主相关数据进行定位分析. 结果如图 5 所示, 对主相关词和他相关词的加工, 都激活了BA7 区的楔前叶. 相应激活区在MRI像上确定的Talairach坐标见表 3.

表 3 不同任务在两个时间点上的 Talairach 坐标<sup>a)</sup>

|     | 时间点    | 脑结构    | BA | X     | Y     | Z    | 残差(%) |
|-----|--------|--------|----|-------|-------|------|-------|
| 他相关 | 400 ms | L, 楔前叶 | 7  | -7.5  | -52.2 | 53.1 | 9.88  |
|     |        | R, 楔前叶 | 7  | 18.1  | -53.6 | 53.1 | 9.88  |
| 主相关 | 600 ms | L, 楔前叶 | 7  | -12.2 | -52.2 | 58.2 | 8.26  |
|     | 400 ms | L, 楔前叶 | 7  | -11.2 | -49.1 | 60.3 | 8.67  |
|     |        | L, 楔前叶 | 7  | -11.3 | -49.1 | 60.3 | 7.65  |
|     | 600 ms | L, 楔前叶 | 7  | -11.3 | -49.1 | 60.3 | 7.65  |

a) BA, Brodmann area; L: 左; R: 右

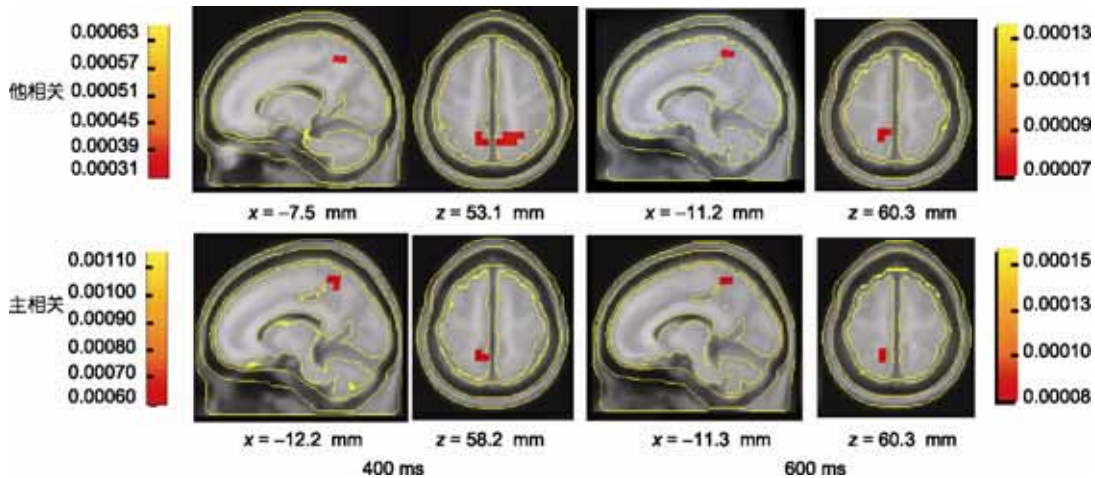


图5 不同时段相关性加工的电流密度图

### 3 讨论

#### 3.1 行为结果

不论在词汇判断测验和再认测验中,新词的反应时都显著地比旧词长,即出现了新旧效应。这一结果与非社会性材料加工的结果一致<sup>[29]</sup>,无论在内隐还是外显记忆测验中,不管在旧词还是新词情况下,他相关词的反应时都显著地比主相关词反应时长,这表明二者在反应时上的差异是稳定存在的,同时这种差异验证了Hout等人<sup>[7]</sup>的研究结果。Hout等人<sup>[7]</sup>的情感Stroop研究结果表明,在消极他相关词语上出现了消极词效应,而消极主相关词语上没有出现,即在消极词上,他相关词比主相关词的反应时要长。Buchner等人<sup>[30]</sup>把相关性词语作为分心物进行工作记忆的研究,结果发现,目标词伴随的分心物是他相关消极词时,目标词的回亿量最低。他认为效价的分心物提供了一个人自己或者其周围环境的信息,其周围环境更需要注意资源,情绪词的加工,特别是消极他相关词语的加工,自动提醒认知系统对效价信息发出的行为需要改变加工资源。Vonk<sup>[31]</sup>也发现人与人之间交往的行为结果比个人的行为结果更受到关注。

本实验结果再次说明了,他相关词攫取注意的能力更强。在行为上人类首先关注的是周围环境中对自己可能产生较大有利或有害影响的信息,其次才关注对自己不产生较大影响而对品质持有者产生较大有利有害影响的信息。前人研究多采用英文单词为实验材料,也得出了相同结果<sup>[7,11]</sup>,说明这种现象不

存在文化差异,这也是认知长期进化的适应结果。

#### 3.2 内隐及外显两种提取方式下相关性的 ERPs 结果。

Wentura等人<sup>[11]</sup>、Williams等人<sup>[32]</sup>、Algom等人<sup>[33]</sup>以及Estes等人<sup>[34]</sup>经过研究发现,在颜色命名,词汇判断以及词语命名任务中,消极刺激比积极和中性刺激的反应时都长,他们认为对消极刺激语义的过多注意分散了对刺激其他属性(如刺激的颜色,词性以及它的发音)的注意,导致完成颜色命名、词汇判断及词语命名任务时间较长。消极刺激能给人带来不好的影响,而他相关表示了周围环境中的安危,对人做出决策影响很大,因此二者有相通之处。另外,注意成分观点认为<sup>[35]</sup>,注意具有多种成分,注意定向、维持、解除、转移等,在不同的实验任务下,注意偏向不同的成分。从行为数据以及图3和图4可以看到,不管在旧词还是在新词条件下,在内隐还是在外显记忆测验中,他相关词的波形比主相关词都更负,反应时更长。根据文献<sup>[11,32~34]</sup>的解释以及注意成分观点<sup>[35]</sup>,认为原因可能是,在最初的注意定向中,注意被吸引到他相关词语义上,并且难以解除和转移,这导致对他相关词其他属性(如词与非词、新词与旧词)的注意投入较少。而主相关词相比他相关词而言攫取的注意要少,同时由于主相关词和自身的关系相比他相关词而言较小,加工时获得的信息更少,因此相比他相关词注意也较易解除和转移,对主相关词其他属性的注意相对较多,故大脑对主相关词语反应速度比较快;相比之下,对他相关词语的反应

速度就较慢。这种注意的偏向和信息获取的不同导致他相关词比主相关词在波形上更负,在反应时上更长,并且达到统计上的显著。

对新旧词的相关性进行统计分析发现,500~700 ms 时程上,在词汇判断和再认测验的新词上,相关性的差异在前额区、额区、中央区以及顶区上都有所体现,而在两种提取方式下的旧词上,只在中央区上相关性之间存在差异。在700~900 ms 时程上,不管在词汇判断测验还是再认测验中,对于旧词,相关性在任何脑区上都不存在差异,而对于新词,相关性的差异体现在前额区、额区、中央区和顶区上,主相关词的波形比他相关词更正。这一结果和Maratos等人<sup>[26]</sup>的结果类似。他们在进行消极词和中性词再认的ERP研究中发现,对于旧词,在800 ms 以后消极词和中性词之间几乎没有差异了,而对于新词,同样的大脑区域在800 ms以后还存在差异。但是Maratos等人并没有解释这种现象。根据新旧词的特点以及上下文可获得模型<sup>[36]</sup>,认为原因可能是,学习阶段相当于一种情景信息,这种信息如果重复出现会减弱不同类型词之间的差异。由于相关性是内隐性质的,与注意资源的自动化攫取密切相关。就旧词而言,由于编码阶段见过,在提取阶段注意攫取在主相关词和他相关词上的差异就减小了,随着认知时间的延长,这种差异逐渐变小,因此在500~700 ms 时程上,旧词下的相关性只在中央区上出现差异,而在700~900 ms 时程上,在任何脑区上均没有差异;就新词而言,由于在编码阶段没有见过,注意攫取在主相关词和他相关词上的差异就更大,大脑能够对其自动区分。这表明在晚期加工上对相关性的区分与对词语的熟悉程度有关。

对相关性进行总体分析发现,在300~500 ms 时程上,波形上的表现与具体词和抽象词加工得到的N400效应类似<sup>[13,15]</sup>,这表明了不管在社会性材料还是非社会性材料的认知上,这种自动化的语义加工都和N400有关。该时段的ERP结果显示,在词汇判断和再认测验的新旧词下,在前额区,额区和中央区上他相关词都比主相关词的ERP波形更负,激活程度更大,也就是说他相关词比主相关词在大脑的反应上更强烈。这一结果也与以往有关的社会认知研究结果相似,Chiao等人<sup>[16]</sup>及Han等人<sup>[17]</sup>在fMRI实验中发现,无论是日本人还是高加索人,都是在加工本国人的恐惧面孔时杏仁核的激活更大,说明和自己关

系较密切的刺激在大脑上的反应更强烈。在500~700 ms 时程上,词汇判断任务下,相关性之间的差异表现在额区、中央区和顶区,而再认测验下,二者的差异体现在中央区、顶区和枕区上,这表明不管是在词汇判断任务下还是再认测验下,在中央区和顶区上他相关词的ERP波形比主相关词更负,获取的信息更多,加工强度更大;Baumeister等人<sup>[19]</sup>的一项社会认知的ERP研究发现,与普通信息相比,威胁信息的ERP在P300波幅上表现更大,这反映了大脑对与自身关系较密切刺激的加工强度更大,本实验采用社会认知材料也发现了类似结果。在700~900 ms 时程上,词汇判断任务下,主相关词和他相关词之间在任何脑区上都不存在差异,而在再认测验下,二者的差异体现在中央区、顶区和枕区上。这表明在700~900 ms 时程上,相关性的加工对外显提取比较敏感,而对内隐提取较不敏感,出现了内隐和外显提取的ERP分离。根据有无意识提取对注意需要程度的不同,本文推测可能因为700 ms 以后在执行内隐的无意识任务时,由于词和非词的判断任务较新旧判断要容易,需要的注意相比新旧词判断要少,总体上导致相关性的加工较外显的有意识提取任务而言受到较少的注意,主相关词和他相关词的加工受到了影响,故二者在词汇判断测验上没有差别,而在再认测验上存在差异。

溯源分析显示,不管是在400 ms还是在600 ms 上,主相关词和他相关词的加工都激活了BA7区的楔前叶(precuneus)。有研究表明进行自我相关心理表征的加工时楔前叶被激活。自传体记忆,具体来说是在进行有关与过去交往的人的行为记忆加工时楔前叶得到了激活<sup>[37]</sup>。这与Kelly有关自我的fMRI研究结果一致<sup>[38]</sup>。本实验中相关性加工过程中楔前叶得到了稳定激活,这从神经机制上表明了相关性属于自我的一部分。值得注意的是,在400 ms上他相关词除了激活左楔前叶外,还激活了右楔前叶,这与Platek等人<sup>[39]</sup>有关自我的fMRI研究结果一致,Platek等人认为,在进行与自我有关的信息加工时右半球得到激活。本实验溯源分析同样从空间信息的角度说明了他相关词与主相关词在脑区定位上也同样存在差异,与自我有关的他相关词语和主相关词语相比,也表现出右半球的额外激活。溯源分析在600 ms的时间点上,二者的激活区域是相同的。有研究表明P3成分与信息提取努力有关<sup>[40]</sup>,与语义信息的差异性无



关. 本实验中, 在 600 ms 上, 主相关词和他相关词的加工体现的是一种信息提取努力的过程, 因此不存在脑区激活的差异.

#### 4 结论

本研究采用学习-再认范式, 考察了内隐和外显记忆测验中的相关性. 我们的研究结果显示, 在 ERP 波形上他相关词比主相关词更负, 体现了人们对与

自身关系较密切刺激的注意偏向; 出现了 N400 效应, 体现了语义加工的普遍差异性; 在 700~900 ms 时程上相关性加工存在内隐和外显记忆提取方式的 ERP 分离, 表明了相关性词语的加工对有无意识提取需要的注意程度不同; 主相关词和他相关词在波形上存在差异, 同时在大脑发生源上也是不同的.

致谢 感谢 Dr. YANG Jiang (University of Kentucky) 和王新波博士(北京师范大学)提出的宝贵意见和帮助.

#### 参考文献

- 1 孟迎芳, 郭春彦. 内隐记忆和外显记忆的脑机制分离: 面孔再认的 ERP 研究. 心理学报, 2006, 38: 15—21
- 2 孟迎芳, 郭春彦. 内隐记忆和外显记忆的 ERP 分离与联系. 科学通报, 2007, 52: 2021—2028
- 3 Pratto F, John O P. Automatic vigilance: The attention-grabbing power of negative social information. J Pers Soc Psychol, 1991, 61: 380—391[DOI]
- 4 王新波, 刘萍. 社会信息加工的相关性维度. 心理科学, 2007, 30: 1130—1132
- 5 杨治良, 高桦, 郭力平. 社会认知具有更强的内隐性. 心理学报, 1998, 30: 1—6
- 6 Pratto F. Consciousness and automatic evaluation. In: Niedenthal P M, Kitayama S, eds. The Heart's Eye. New York: Academic Press, 1994: 115—143
- 7 Hout M, Tenney N, Huygens K, et al. Responding to subliminal threat cues is related to trait anxiety and emotional vulnerability: A successful replication of McLeod and Hagan. Behav Res Ther, 1995, 33: 451—454[DOI]
- 8 Peeters G. Relational and informational patterns in social cognition. Curr Issu Eur Soc Psycho, 1983: 201—237
- 9 Peeters G, Czapinski J. Positive-negative asymmetry in evaluation: The distinction between affective and informational negativity effects. Eur Rev Soc Psychol, 1990, 1: 33—60
- 10 Peeters G. Evaluative meanings of adjectives *in vitro* and in context: Some theoretical implications and practical consequences of positive-negative asymmetry and behavioral adaptive concepts of evaluation. Psychol Belg, 1992, 32: 211—231
- 11 Wentura D, Rothermund K, Bak P. Automatic vigilance: The attention-grabbing power of approach and avoidance-related social information. J Personal Soc Psychol, 2000, 78: 1024—1037[DOI]
- 12 James W. The consciousness of self. Princ Psychol, 1890, 1: 291—401[DOI]
- 13 Kounios J, Holcomb P J. Concreteness effects in semantic processing: ERP evidence supporting dual-coding theory. J Exp Psychol Learn Mem Cogn, 1994, 20: 804—823[DOI]
- 14 Kandhadei P, Federmeier K D. Summing it up: Semantic activation processes in the two hemispheres as revealed by event-related potentials. Brain Res, 2008, 1233: 146—159[DOI]
- 15 Kanske P, Kotz S A. Concreteness in emotional words: ERP evidence from a hemifield study. Brain Res, 2007, 1148: 138—148[DOI]
- 16 Chiao J Y, Iidaka T, Gordon H L. Cultural specificity in amygdala response to fear faces. J Cogn Neurosci, 2008, 12: 1—8
- 17 Han S H, Northoff G. Culture-sensitive neural substrates of human cognition: A transcultural neuroimaging approach. Nat Rev Neurosci, 2008, 9: 646—654[DOI]
- 18 Lin Z G, Lin Y, Han S H. Self-construal priming modulates visual activity underlying global/local perception. Biol Psychol, 2008, 77: 93—97[DOI]
- 19 Baumeister R F, Bratslavsky E, Finkenauer C. Bad is stronger than good. Rev Gener Psychol, 2001, 5: 323—370[DOI]
- 20 刘源. 现代汉语常用词词频词典. 北京: 宇航出版社, 1990
- 21 董大年. 现代汉语分类词典. 北京: 汉语大辞典出版社, 1998
- 22 安汝盘, 赵玉玲. 新编汉语形容词词典. 北京: 经济科学出版社, 2003
- 23 郑怀德, 孟庆海. 汉语形容词用法词典. 北京: 商务印书馆, 2003
- 24 王登峰, 崔红. 解读中国人的人格. 北京: 社会科学文献出版社, 2005
- 25 Rugg M D, Mark R E, Walla P, et al. Dissociation of the neural correlates of implicit and explicit memory. Nature, 1998, 392: 595—598[DOI]
- 26 Maratos E J, Allan K, Rugg M D. Recognition memory for emotionally negative and neutral words: An ERP study. Neuropsychologia, 2000, 38: 1452—1465[DOI]
- 27 Curran T, Friedman W J. ERP old/new effects at different retention intervals in recency discrimination tasks. Cogn Brain Res, 2004, 18: 107—120[DOI]
- 28 Speer N K, Curran T. ERP correlates of familiarity and recollection processes in visual associative recognition. Brain Res, 2007, 1174:

- 97—109[DOI]
- 29 李琦, 赵迪, 郭春彦. 从词频和新旧效应探讨再认测验中的定向遗忘. 心理科学, 2007, 30: 1061—1064
- 30 Buchner A, Ronthermund K, Wentura D. Valence of distractor words increases the effects of irrelevant speech on serial recall. Mem Cogn, 2004, 32: 722—731
- 31 Vonk R. Effects of other-profitability and self-profitability on evaluative judgments of behaviors. Eur J Soc Psychol, 1999, 29: 833—842[DOI]
- 32 Williams J M G, Mathews A, MacLeod C. The emotional Stroop task and psychopathology. Psychol Bull, 1996, 120: 3—24[DOI]
- 33 Algom D, Chajut E, Lev S. A rational look at the emotional Stroop phenomenon: A generic slow down, not a Stroop effect. J Exp Psychol: Gener, 2004, 13: 323—338
- 34 Estes Z, Adelman J S. Automatic vigilance for negative words in lexical decision and naming. Comm Larsen Mercer Balota, 2006, 8: 441—444
- 35 彭晓哲, 周晓林. 情绪信息与注意偏向. 心理科学进展, 2005, 13: 488—496
- 36 James C. The role of semantic information in lexical decisions. J Exp Psychol: Hum Percep Perform, 1975, 104: 130—136[DOI]
- 37 Cavanna A E, Trimble M R. The Precuneus: A review of its functional anatomy and behavioral correlates. Brain, 2006, 129: 564—583[DOI]
- 38 Kelley W M, Wyland C L, Wyland C L. Finding the self? An event-related fMRI study. J Cogn Neurosci, 2002, 14: 785—794[DOI]
- 39 Platek S M, Keenan J P, Gallup G G. et al. Where am I? The neurological correlates of self and other. Cogn Brain Res, 2004, 19: 114—122[DOI]
- 40 Curran T, Cleary A M. Using ERPs to dissociate recollection from familiarity in picture recognition. Cogn Brain Res, 2003, 15: 191—205[DOI]

· 动态 ·

## 中国科学院北京生命科学研究院举办第一次研究组长沙龙

中国科学院北京生命科学研究院第一次研究组长沙龙(PI Club)于 2009 年 6 月 19 日下午在京举行。此次沙龙的主题是“《中国科学》《科学通报》的发展”。《中国科学》《科学通报》(以下简称“两刊”)总主编朱作言院士和《中国科学: 生命科学》主编王大成院士受邀做客沙龙, 与来自中国科学院动物研究所、微生物研究所、植物研究所、遗传与发育生物学研究所、心理学研究所、生物物理研究所和北京基因组研究所的 23 位研究组长进行了座谈。

沙龙由北京生命科学研究院院长康乐研究员主持。首先, 康乐院长简要介绍了北京生命科学学院主办的三种学术交流形式, 即北京生命科学论坛、学术精品讲座和研究组长沙龙。研究组长沙龙的特点是“主题明确、气氛和谐、轻松交流”, 沙龙的主题将根据科学和社会发展的需求灵活安排。随后, 朱作言总主编作了题为“按照科学家需求办好《中国科学》和《科学通报》”的报告, 介绍了我国科学研究快速发展与科学论文发表展示渠道不畅的现状, 回顾了“两刊”记录新中国科学发展的历程, 通报了当前为构建国家学术交流平台而采取的改革措施。他指出, 科技期刊是国家科技创新体系的组成部分, 国家层面的科学期刊需要国家扶持、办刊人付出和科学家积极参与。对于改革后“两刊”的发展目标, 他指出, 希望改革后的“两刊”全面地反映我国科学研究的总体水平、重要进展及先进成果, 促进科学研究发展和中外科学交流。他说: “科学无国界,

但科学家有祖国, 希望国内科学期刊能与《中国科学》一起成长, 与祖国一起强大”。

王大成主编简要介绍了《中国科学: 生命科学》的发展历史以及目前所面临的问题, 介绍了《中国科学: 生命科学》的“三进入一走向”方针, 即采取有效措施, 使发表的论文进入主流研究机构, 进入高端研究人员, 进入活跃和重要的研究领域, 从国内走向国际, 建设一个科学水平和影响力新的生命科学研究学术交流平台。王主编指出, 为改变《中国科学: 生命科学》目前所面临的困境, 将加强编委会和编辑部的建设、深化刊物的改革、充分发挥编委的作用、大力争取院士以及主流研究群体的支持、争取政策性支持等, 逐步达到预期的目标。他指出, 刊物将按照“两步走”的思路发展: 第一步, 立足国内, 走向国际; 第二步, 实现刊物的国际化, 进入生命科学领域综合类学术期刊前列。

随后, 在和谐、活跃的氛围中, 研究组长们与两位主编进行了自由交谈和讨论。大家从自身的科研工作以及对科技期刊发展的机遇和挑战等多方面展开了热烈的探讨, 为“两刊”的发展献计献策, 年轻的研究组长们纷纷表示, 将组织在华重要国际会议主题报告稿件, 撰写专题综述个认真审稿等方面, 积极支持“两刊”, 为中国科学的发展和学术期刊建设做出自己的努力。

王元火 李纪元  
《中国科学》杂志社

苏瑞凤  
中国科学院北京生命科学研究院