

# 知识型作业胜任力的脑神经科学分析

李瑾坤<sup>1</sup>, 曹欢<sup>2</sup>, 田清<sup>2</sup>

(1. 西南财经大学经济信息工程学院 成都 610074; 2. 电子科技大学经济与管理学院 成都 610054)

**【摘要】**通过心算这一典型的知识作业进行脑电实验,分析反应时不同的被试在脑地形图以及功率谱上的区别,探讨了用心智操作脑电方法研究知识型作业胜任力的可行性。结果表明,胜任力水平不同的被试在脑区激活上表现出差异,快组有更大程度的额叶激活。同时,在 $\alpha$  (8~12.8 Hz)频带功率值两组表现出明显的差异。对于快组,其功率小于慢组的功率。

**关键词** 脑地形图; 功率谱; 胜任力; 知识型作业

**中图分类号** R318

**文献标识码** A

doi:10.3969/j.issn.1001-0548.2009.06.031

## Research on Electroencephalogram of Competencies of Knowledge Tasks

LI Jin-kun<sup>1</sup>, CAO Huan<sup>2</sup>, and TIAN Qing<sup>2</sup>

(1. School of Economic Information Engineering, Southwest University of Finance and Economics Chengdu 610074;

2. School of Management and Economics, University of Electronic Science and Technology of China Chengdu 610054)

**Abstract** Based on the mental arithmetic task, computed EEG topography and brain electric power spectrum of the different competencies are analyzed. The results indicate the difference between the quick and slow groups and the frontal lobe of quick group is activated in higher degree. There is difference in  $\alpha$  (8~12.8 Hz). The frequency band of quick group is lower than the slow group.

**Key words** brain electric power spectrum; CET; competency; knowledge tasks

知识工作是脑力劳动。纽威尔(Newell)和西蒙(Simon)提出人脑类似于计算机的信息加工系统,从认知心理学的角度对脑力劳动运行的机制做了解释。知识作业从本质上而言,就是运用心智操作(mental operation, MO)对外界信息进行加工处理的过程。认知神经科学是20世纪80年代末发展起来的一门新生学科,是认知科学(cognitive science)和神经科学(neuroscience)相结合的产物,其目标是揭示人类认知活动的脑基础。知识员工在不同作业上表现出来的差异,可以从其本身在处理该作业时,所运用的心智操作的灵活性和有效性来进行分析。

现在对于知识工作者胜任力的研究更多的着眼点在于“价值、动机、个性或态度技能、能力和知识”等关键特征<sup>[1]</sup>。但是却忽略了知识工作者本身所具备的信息加工处理的神经特征上存在的差异。从神经特性的角度来分析知识型员工的胜任力特征,能从基本特性上对于员工进行甄别,更具有客观性。

脑电图(EEG)是借助电极从头皮连续记录的交

流型电活动; EEG脑电信号根据频率的不同分成不同的频段,如 $\delta$ 波( $<4$  Hz)、 $\theta$ 波(4~7 Hz)、 $\alpha$ 波(8~12 Hz)、 $\beta$ 波(13~30 Hz)和 $\gamma$ 波(30~70 Hz)<sup>[2]</sup>。一般而言主要分析两类EEG指标来探索心理机制与神经生理现象的关系:一类是功率和振幅;另一类是神经网络的联结性,如一致性、位相差、非线性动力学脑电复杂性测度<sup>[3]</sup>。本文从多角度分析了处理知识作业的过程中,不同胜任力水平的被试在脑电上的区分,得出了一些有价值的结论。

## 1 实验设计和方法

### 1.1 实验材料

实验作业为认知科学研究常用的心算作业。心算作为一种复杂的高级脑认知功能,它需要多种基本的认知过程共同参与作用<sup>[4]</sup>,包括对数字和运算符号的注意知觉过程、执行计算的过程、以及将结果存储和保持在记忆系统,以便进行更进一步的加工过程。实验作业为14个数相加的实验条件,共10个题,按伪随机排列进行。

收稿日期: 2008-09-25; 修回日期: 2009-01-10

基金项目: 国家自然科学基金(70871099)

作者简介: 李瑾坤(1970-), 男, 博士, 主要从事知识管理、认识心理学等方面的研究。

## 1.2 试验方法

用17寸CRT显示器显示计算题,题目呈现在屏幕的正中位置,距屏幕下方边缘的0.2 m处,显示4个备选答案。被试双眼距屏幕约4 m,双眼与屏幕中央保持水平,视线与屏幕垂直。在显示器中部横排呈现数字,被试者的实验任务即为将横排出现的一位数字进行连续相加,在给出的4个备选答案中将正确答案选出,并用右手的食指触按选择器上相对应的A、B、C或D键进行选择。

脑电数据的采集采用美国Electrical Geodesics Incorporated制造的EGSystem 200型脑电采集系统。脑电数据通过128个通道同时采样,采样频率为500 Hz,在0.1~40 Hz之间进行了带通滤波。脑电信号的记录采用NetAmps 200放大器和129导的电极帽。反应时数据的采样精度为0.001 s。

## 1.3 被试者

在测试中共安排15名被试者。考虑到脑电采集的问题,被试者均是为短平头发型的大学本科以上学历的男生,双眼矫正视力正常,右利手,无脑疾或脑外伤,所有被试均为自愿参加本文的研究。采用被试内重复实验设计,以控制随机误差。

## 2 实验数据处理和分析

### 2.1 根据心算时间长短进行区分

认知心理学、发展心理学和神经心理的研究揭示了信息加工速度是人们思维、推理和记忆能力的重要因素。认知技能的表现以及更高水平认知加工的测量都与加工速度有关,因此,加工速度的差异成为重要的测量指标<sup>[4]</sup>。

首先,将反应时数据从行为数据中分离出来;其次,将数据进行整理,剔除被试实验过程中做错题目的反应时数据;再次,剔除3个标准差以上的数据,它们一般是算错后重算的数据。删除一个被试的数据(错误过多),将数据带入SPSS15.0。根据在实验中的反应将被试者分为两组,反应时较短的组平均时间为21 292.438 ms;反应时较长的组平均时间为27 776.494 ms。两组的反应呈显著性差异( $t=3.407, P=0.009<0.05$ )。

### 2.2 比较时间不同的人脑电上的区别

首先,对脑电数据进行平均参考。脑电EEG信号非常微弱,一般为50~100  $\mu\text{V}$ ,容易受到其他的背景干扰,使得脑电信号中常常包含有眼动、肌电等信号。所以先要对脑电数据进行平均参考,以减弱这些干扰因素的影响,提高分析结果的准确性。

其次,进行滤波,将信号中特定波段频率滤除的操作。在7~32 Hz之间进行了带通滤波,只允许该频率宽度的信号通过,以便进一步减少对脑电信号的干扰。带通滤波使用MATLAB的滤波器函数实现。

#### 2.2.1 脑地形图上的差异

将脑电数据导入Matlab2006,并使用EEGLAB工具箱,本文分析两组不同的脑地形图,得到的10Hz脑地形图如图1和图2所示。

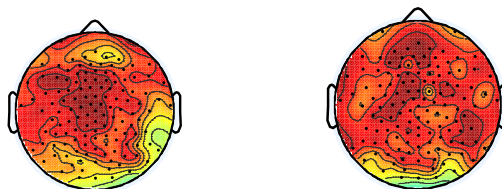


图1 慢组的脑地形图

图2 快组的脑地形图

分析两组的脑地形图,可以看出在心算水平上不同的被试所激活的脑区具有不同,其中颜色越深所激活的程度越高。随着人类大脑的不断发展、进化,大脑自发组织进行越来越复杂的活动,认知能力就是大脑这种发展的产物。人的每一半的大脑都可以分成4个区,最后面是枕叶,在下面侧边是颞叶,上面是顶叶,前面是额叶。每一个脑叶都有其特殊的专才,枕叶几乎全属视觉处理区,顶叶掌管动作、方向、计算和物体辨认等功能的处理,颞叶跟声音、语言理解有关,也与记忆的某些层面有关。额叶是所有大脑功能的总汇合:思考、概念的形成、计划的执行,另外也在有意识的情绪上扮演重要的角色。

在进行心算作业的过程中,大脑的大部份脑功能区进行了参与,都有不同程度的激活。大量研究发现,在完成不同的数字相关任务时,都有顶叶的激活。2003年,文献[5]综合考察近期文献并对某些激活像(activation images)作了元分析,指出顶内沟水平段(horizontal segment of intraparietal sulcus, HIPS)是数量被表征的地方。本文的研究结果支持该结论。两组的主要区别在于:快组的额叶有较高程度的激活,额叶与工作记忆有密切的联系。两组在心算成绩上的差异可能是缘于工作记忆的中央执行功能的参与与否。

#### 2.2.2 功率谱差异

本文比较了两组共同激活区域的差别,依据脑地形图显示的共同激活区域选择了37电极进行功率谱分析。

脑电功率谱分析是近年来发展起来的一种脑电图定量分析方法,既能反映脑电信号的频率特征,又能反映脑电信号的强弱,被广泛应用于对脑电信

号的分析,使脑电研究有了进一步的发展。本文采用周期图法,在Matlab工具箱中用函数psd来实现,得出的功率谱差别如图3所示。

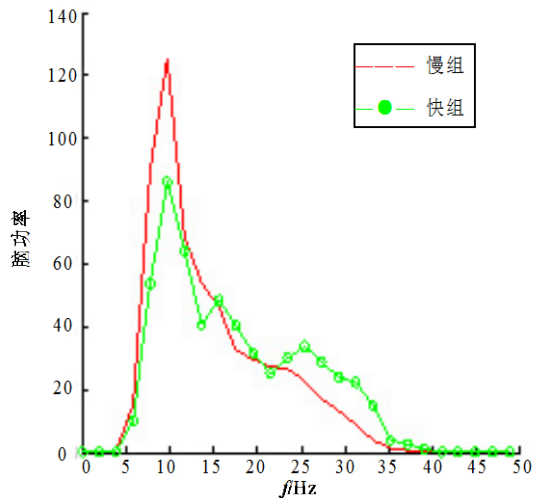


图3 37电极的功率谱比较

由图3可以看出,在 $\alpha$ (8~12.8 Hz)频带功率值,两组表现出明显的差异( $P=0.02<0.05$ )。对于快组,其功率小于慢组的功率。大量的研究也证明了 $\alpha$ 波与IQ之间存在正相关<sup>[6-11]</sup>。

### 3 结论

知识作业的本质是脑力劳动,是运用相应的心智操作对外界信息进行加工、处理的过程。对知识型员工的胜任力进行区分,可以从其心智操作本身的特性进行分析。从脑电实验结果可以看出,在完成心算这一典型的知识作业过程中,不同水平的员工在脑区上呈现出不同的激活水平。同时,在其共同激活的脑区中,其功率谱也呈现出差异。

在现有的经济与管理领域中,与神经科学交叉发展的学科为神经经济学和神经营销学<sup>[12]</sup>,却缺乏直接用于人力资源管理的研究。在胜任力领域,更是缺乏相应的探讨。

神经科学研究本身也有其局限性,它是一种相关研究而不是因果性研究,大脑的活动模式与特定的心理功能和行为之间的高度相关并不表示两者必然具有因果联系。因此,对神经科学研究结果的合理解释相当重要,大量研究结果也有待今后进行进一步的验证。其次,神经科学研究要求被试者在特定环境中进行实验,其实验环境与真实的社会环境还是有差距的,将研究结论推广到现实社会生活中需要谨慎<sup>[12]</sup>。但是利用脑电技术来进一步分析和研究知识型员工的胜任力,可以在一定程度上降低主观性,使得结论更具客观性和科学性,对于揭示知

识工作的心理机制也具有推动作用。

### 参考文献

- [1] 彭长桂,张 剑. 国内胜任特征研究进展及评价[J]. 科研管理, 2006, 27(6): 62-67.  
PENG Chang-gui, ZHANG Jian. The survey and developing trends of the competency research in China[J]. Science Research Management, 2006, 27(6): 62-67.
- [2] 罗跃嘉. 认知神经科学教程[M]. 北京: 北京大学出版社, 2006.  
LUO Yue-jia. Cognitive neuroscience[M]. Beijing: Peking University Press, 2006.
- [3] 马妍妍,李寿欣. 个体智力差异的脑电生理学基础[J]. 心理科学进展, 2007, 15(6): 872-877.  
MA Yan-yan, LI Shou-xin. Electrophysiological basis of individual differences of intelligence: Evidence from EEG and ERP data[J]. Advances in Psychological Science, 2007, 15(6): 872-877.
- [4] 刘 昌. 心算加工的认知神经科学研究[J]. 心理科学, 2006, 29(1): 30-33.  
LIU Chang. Mental arithmetic: Studies cognitive neuroscience[J]. Psychological Science, 2006, 29(1): 30-33.
- [5] DEHAENE S, PIAZZA M, PINEL P, et al. Three parietal circuits for number processing[J]. Cognitive Neuropsychology, 2003, 20(3): 487-506.
- [6] JAUSOVEC N, KSENIJA J. Differences in EEG current density related to intelligence[J]. Cognitive Brain Research, 2001, 12(1): 55-60.
- [7] JAUSOVEC N. Differences in cognitive processes between gifted, intelligent, creative and average individuals while solving complex problems: An EEG study[J]. Intelligence, 2000, 28(3): 213-237.
- [8] SRINIVASAN N. Cognitive neuroscience of creativity: EEG based approach[J]. Methods, 2007, 42: 109-116.
- [9] THATCHER R W, NORTH D, BIVER C. EEG and intelligence relation between EEG coherence, EEG phase delay and power[J]. Clinical Neurophysiology, 2005, 116(9): 2129-2141.
- [10] FINK A, NEUBAUER A C. EEG alpha oscillations during the performance of verbal creativity task: Differential effects of sex and verbal intelligence[J]. International Journal of Psychophysiology, 2006, 62(1): 46-53.
- [11] BOWDEN E M, JUANG-BEEMAN M, FLECK J, et al. New approaches to demystifying insight[J]. Trends in Cognitive Sciences, 2005, 9: 322-328.
- [12] 余荣军,周晓林. 神经经济学: 打开经济行为背后的“黑箱”[J]. 科学通报, 2007, 52(9): 992-998.  
YU Rong-jun, ZHOU Xiao-lin. Neuroeconomics: Open the “black box” of the economic behaviors[J]. Chinese Science Bulletin, 2007, 52(9): 992-998.

编辑 黄 莘