

不同认知方式个体图形一致性判断过程中的 ERP 研究

李寿欣

(山东师范大学 心理学院 济南 250014)

摘 要 使用 ERP 技术对选取的 27 名右利手大学生(场独立 14 名, 场依存 13 名)在图形一致性判断过程中的 ERP 进行分析, 结果表明: 1) 在图形一致性的判断任务中, 场依存者的前额叶与中央区在 200 ms 之前的 N85 与 P160 峰-峰之差明显大于场独立者, 在枕叶区的负波 N120 波幅明显高于场独立者, 这说明场依存者在对图形一致性比较的视觉信息处理的早期阶段即进行了更深入的加工。2) 场独立者的 N290 波幅高于场依存者, 而 N290 潜伏期比场依存者明显的长, 这说明场独立者在后期对图形进行了更深入的分析比对。

关键词 场独立, 场依存, 整体加工, 分析加工, 事件相关电位

中图分类号: B842.5

文献标识码: A

文章编号: 1003-5184(2008)03-0047-06

1 问题提出

视觉系统最初加工的是图像的局部性质还是整体属性, 历来在心理学界存在着争论。Marr 的视觉计算理论认为视觉系统最初表达的是点、线及它们之间的局部关系, 视觉的最初过程就是计算这些局部特征的表达^[1]。模式识别的特征分析模型也认为, 模式是通过觉察元素的特征被觉察和分类的。这种认为视觉过程是从局部性质到整体性质的思想一度在关于视觉的研究中占有统治地位。但是, 格式塔学派却强调整体性, 一些学者提出了在图像材料加工过程中的整体优先性理论^[2,3], 并且在心理学及计算机科学界受到了广泛的重视。显然, 上述两大学派的研究者忽略了在信息加工过程中个体差异的因素, 即有些人偏爱整体加工(wholistic processing)的策略, 有些人偏爱分析式加工(analytic processing)的策略。偏爱不同策略的个体在面对同一任务的加工过程中使用的策略会有所不同, 可能会有不同的内部加工机制。

诸多研究表明^[4], 不同认知方式的个体在信息加工过程中, 偏爱不同的加工策略, 场独立者倾向于使用分析式加工策略, 他们善于对有组织的场进行分析, 而当场缺乏自己的组织结构时, 可以给场强加一个结构。而场依存的人倾向于使用整体式加工策略, 倾向于把场“是什么就当成什么”, 不使用分析和建构这一中介过程(中介过程也可以说是一种对场的加工过程), 即依赖原有的场结构, 不擅长给它提供新结构。场独立者具有较强的形成不同知觉的能力, 即认知重组技能较高, 而场依存者却容易依附于原有的组织结构中。独立于场的人能较容易地从

隐蔽图形或复杂的有组织的图形中找出指定的简单图形, 如在镶嵌图形测验任务中, 人们要打破原先已组织好的场, 重新组织新的知觉单位形成新的结构, 因此完成这类任务需要的是一种认知改组能力, 场独立者能较快地从复杂图形中找到指定的简单图形, 而场依存性者则不易完成这一操作。也就是说, 成功的去隐蔽需要一种分析与重构视知觉场的能力。这说明场独立者在分析与重构材料方面具有优势, 而场依存者通常加工任务信息是整体感觉的策略, 倾向于把事物看作一个整体, 能够形成一种全局的观念, 注意其整体的轮廓和结构。

采用整体与分析策略在信息加工过程中各有优缺点。采用整体策略的优点是: 在面对当前情景时, 个体会考虑总的结构, 通常将事物放入整体中考虑, 得出一种权衡的观点, 缺点是: 从整体中分离出部分困难, 对部分之间的辨别和区分是模糊的, 不能很好的区分部分。而分析型的优点是: 他们能一部分一部分的分析情况, 可以很快直达问题的中心, 作出合理的逻辑推理, 思路清晰且有条理。缺点是: 分析型者把事物分割成很多部分, 往往会在某一时刻将重点集中在某一方面, 并夸大其正确的比例, 而忽视另一方面, 不能从全局出发得到一个万全之策。一个不一定恰当的比喻是, 分析型者就好像摸象的盲人, 抱着大象的腿就认为大象像柱子。

Goode 等人应用事件相关电位探讨了在系列顺序回忆任务中个体认知方式的差异^[5], 结果表明, 相对于场依存被试, 场独立被试在高记忆负荷条件下表现为遍及中央—顶叶延伸至额叶的头皮上在保

持阶段的慢负波(SNW)有较高的波幅,这说明其进行了更深的工作记忆加工;而场依存被试在第一个刺激之后的高记忆负荷条件下P300的波幅更大,同时伴随着SNW波幅的减少,这说明场依存者在任务的保持阶段可利用的心理—注意资源较少,因而必须调动抑制过程来改变他们通常的加工任务信息的整体感觉的注意策略。先前的一项研究表明^[6],在完成需要分析策略的加工任务时,场独立者比场依存者完成的速度快、正确率高,脑电上的差异是,场依存者在额叶区缺乏N2或N2不明显。那么,在完成需要整体策略的认知加工任务时,两者的大脑内部的加工机制是什么?这是研究要解决的问题。

2 方法

2.1 被试

被试选自师范大学一个理科二年级的学生83人,最大年龄23岁,最小年龄19岁,平均年龄21岁。先对他们进行团体的镶嵌图形测验(由北师大心理学修订,测验的内部信度为0.90,与棒框测验分数的相关为0.49),按照修订的评分方法进行评分^[7],根据得分高低选取典型的场独立者和场依存者,从中选择符合以下条件的被试:右利手(父母均为右利手),色觉与视力(含矫正视力)正常,无脑部疾病史,近期没有服用过刺激性饮料和药物,从未做过脑电实验。共选取被试30人,其中场独立者和场依存者各15人。对30名被试进行ERP实验后,其中3人的数据因反应正确率低和有效叠加次数少被删除,实验有效被试27人(男生12人,女生15人),他们在镶嵌图形测验中的得分分别是:场独立14人(20.75 ± 2.14),场依存13人(6.54 ± 1.95) $t_{(25)} = 17.72$ $p < 0.001$ 。

2.2 仪器与材料

美国NeuroScan公司生产的ERP分析与记录系统(SynAmps放大器),32导电极帽,电极导联参照10-20国际脑电记录系统。使用17寸显示器(屏幕分辨率是1024×768像素)呈现刺激。

实验材料的制作,参照英国心理学家Riding在认知方式分析(CSA)测验中第二分测验所使用的材料^[8],实验材料的构成:由三种简单图形按一定规则叠加而成,这些简单图形包括:长方形(横放和竖放)、正方形、菱形、等腰三角形(朝上、朝下、朝左和朝右)、十字形、刀形、八边形等。叠加的规则是:三角形的底边长等于正方形的对角线长度,也等于长方形的长边,刀形的竖边长是长方形竖边长。改变图片中一个被叠加的简单图形,即构成两张不一致的图片(见图1)。图形的边为白色,背景为黑色,单个图形大小为

3.4×3.6cm,整张图片大小是8.0×3.6cm,为640像素×350像素。

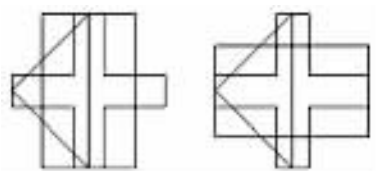


图1 两张不一致图片的举例

(注:左边的图片是由竖的长方形、朝左的三角形和十字形三个简单图形叠加而成,右边的图片只是将竖的长方形改变为横的长方形,另外两个简单图形完全一样。其他图片的构成与此类似。)

2.3 实验步骤

实验在安静的脑电实验室内进行,被试在单独的房间里进行任务操作。被试离电脑屏幕的距离约为1米,观察视角为4.580×2.060。

被试实验前已经洗过头发,关闭手机等通讯工具,实验前要求被试填写被试基本情况调查表,进一步确认其是否符合做脑电实验。

实验的指导语是:“欢迎你参加我们的实验!这个实验将同时呈现两张图片,实验任务是要求你对同时呈现的两张图片作出是否一致的判断,如果两张图片一致(一致是指两张图片在大小、方向上完全相同),请按左键,如果两张图片不一致,请按右键。这个实验大约需要7分钟,同时注意如下事项:

1)实验过程中尽量全身放松,尤其要放松头部和面部肌肉,选一舒适的坐姿坐好,实验正式开始后头和身体尽量保持不动;

2)请先注视计算机屏幕中央呈现的+字,随后同时呈现两张图片,要求你在图片呈现后立即快而准确地作出反应。”

实验过程中对时间的设定如下:

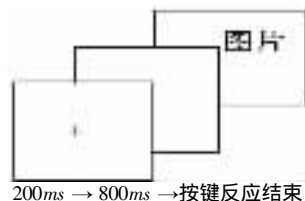


图2 实验过程中的时间进程模式图

ISI在500~800ms内随机。正式实验开始前,被试对10张图片进行练习以熟悉实验操作程序。为避免熟悉效应,正式实验中不再使用练习过的图片。

实验结束后给予被试纪念品。

2.4 脑电数据的记录

脑电采集的采样率(A/D Rate)为1000Hz,放大倍数(增益, Gain)为500,脑电的放大倍数为150,带

宽为 AC 0.05 ~ 100Hz。实验采用双侧乳突的连线为参考电极,前部 GND 电极接地,同时在两眼外侧记录水平眼电(HEOG),左眼上下记录垂直眼电(VEOG)。每个电极的头皮电阻均小于 5kΩ。脑电采集的同时电脑记录被试的行为反应数据(反应时和正确率)。

对采集的脑电数据进行离线分析:融合行为数据,矫正眨眼伪迹,低通滤波为 30Hz,按刺激前 200ms 作基线、刺激后 1000ms 为分析时程对 EEG

进行分段,进行基线校正后去伪迹,波幅大于 ± 100μV 被视为伪迹而自动剔除,根据被试反应的结果,对反应正确的 EEG 进行波形叠加,叠加次数在 50 ~ 60 次之间,平均叠加次数大于 50 次。其中 3 名被试的数据因叠加次数少而被删除。

3 研究结果

3.1 ERP 总平均波形图

3.1.1 图片一致时场独立、场依存个体的总平均图比较

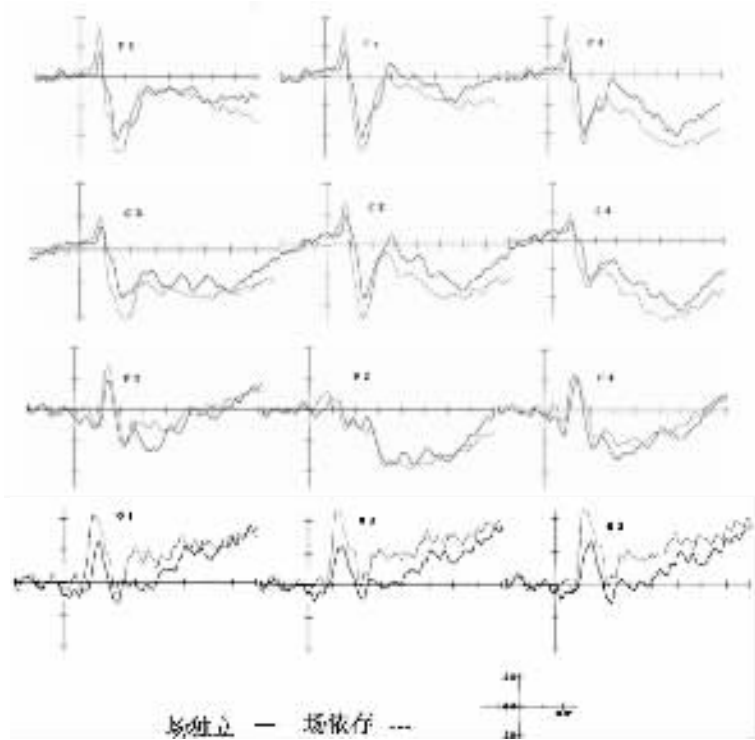
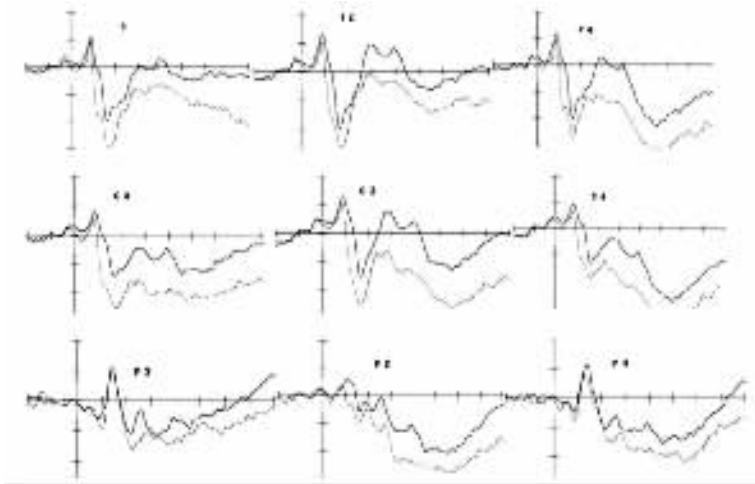


图 3 场依存、场独立个体对一致图形判断时的脑电总平均

3.1.2 图片不一致时场独立、场依存个体的总平均图比较



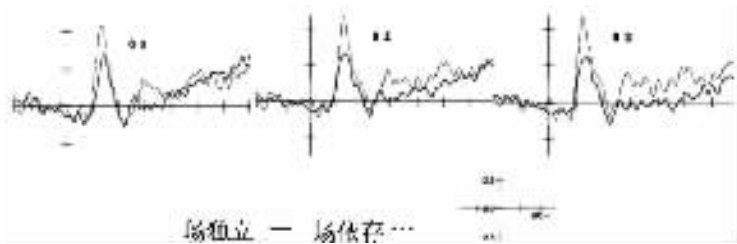


图4 场依存、场独立个体对不一致图形判断时的脑电总平均

3.2 脑电数据分析

研究仅对图片呈现阶段的脑电数据进行分析，分析时程为刺激呈现后的 800ms。根据研究目的，进行三因素混合设计的方差分析，三个因素分别是认知方式（场依存与场独立，为组间因素）、实验条件（图片一致与不一致，为组内因素）、记录电极（为组内因素）。多因素方差分析的 P 值皆用 Greenhouse - Geisser 法校正，脑电数据结果均表示为“平均值 ± 标准误差”的形式，并应用以下公式（具体波幅值 - 最小波幅值）/（最大波幅值 - 最小波幅值）对波幅进行正常化处理。

观察叠加总平均波形图，结合前人研究^[9,10]，分别分析头皮前部的电极是：F3、Fz、F4、C3、Cz、C4，分析的波形是：N85（50 ~ 110ms）、P160（120 ~ 210ms）、N290（220 ~ 360ms）、360ms 之后的波幅不明显，故在 400 ~ 600ms、600 ~ 800ms 之间取平均波幅；头皮后部枕叶区三个电极是：O1、Oz、O2，分析的波形是 N120（75 ~ 170ms）。分析电极的头皮分布位置见图 5。

分析结果表明，头皮前部六个电极在 N85 与 P160 上峰 - 峰值之差存在显著的认知方式的效应，

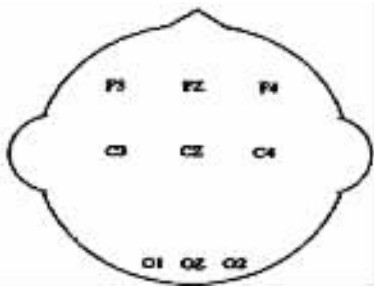


图5 统计分析的电极排放位置图

$F_{(1,23)} = 5.965, p < 0.05$ ，场依存者的峰值差（ 12.24 ± 1.13 ）明显高于场独立者（ 8.42 ± 1.09 ）。P160 与 N290 峰 - 峰差存在着认知方式与实验条件显著的交互作用， $F_{(1,25)} = 4.34, p < 0.05$ ，在图片一致的条件下，场独立者的峰值（ 7.44 ± 0.97 ）低于场依存者（ 8.26 ± 1.01 ）；在图片不一致的条件下，场独立者的峰值（ 7.79 ± 0.96 ）与场依存者（ 7.72 ± 1.00 ）没有差异。

对于 N290 波幅，认知方式与实验条件的交互作用显著， $F_{(1,25)} = 4.86, p < 0.05$ ，在图片一致与不一致的条件下，场独立者与场依存者在 N290 上的平均波幅见下表。

表1 不同实验条件下不同认知方式个体在 N290 上的波幅($\bar{x} \pm s$)

认知方式	图片一致	图片不一致
场依存	-0.43 ± 1.31	0.62 ± 1.34
场独立	-1.46 ± 1.26	-2.19 ± 1.29

从 N290 潜伏期上看，认知方式主效应显著， $F_{(1,25)} = 4.88, p < 0.05$ ，场依存者的潜伏期（ 268.11 ± 9.22 ）明显短于场独立者（ 296.37 ± 8.88 ）。

4 讨论与分析

4.1 早期脑电活动的差异

研究结果表明，场独立者与场依存者在 N85 波幅上不存在着明显的差异。两者差异明显的是：在 85 ~ 160ms 之间场依存者的 N85 与 P160 峰 - 峰之差明显大于场独立者。这说明在图片一致性判断任

务中，不同认知方式个体在信息加工的早期阶段即存在着明显差异。有研究表明^[9]，空间视觉 ERP 早期成分主要有 P1（80 ~ 130ms）和 N1（140 ~ 200ms）成分，对空间的注意会使 P1 与 N1 成分变大，而 P1 与 N1 的潜伏期保持不变，对应的头皮电位分布也不变。研究表明，场依存者的前额叶与中央区在 80 ~ 200ms 之间的 N85 与 P160 峰 - 峰之差明显大于场独立者。这种现象可被解释为在刺激开始后的 80 ~ 200ms 之间，场依存个体投入了较多的

注意资源,加强了被选择的沿视觉通路传输的信号幅度,使得信号的信噪比得以提高,以便从相关的视野中提取更多的信号。

从总平均图和地形图可看出,枕叶区在120ms时有一明显的较大的负波,反映了在图片比较过程中,大脑皮层枕叶区在100~200ms之间有一个明显的激活。Harter等人研究认为^[10],图形选择加工过程中第一个与信息加工有关的内源性的ERP成分是一个相对慢的负变化,这一负波(在120~300ms之间)在颞—枕头皮区最大,又被称为选择性负波(简称SP)。Heinze等^[11]和Schatz等在研究中也发现^[12],当复合刺激呈现在视野中央时,会在枕—颞皮层诱发与整体和局部性质加工相关的较大幅度的负波。韩世辉等人研究表明^[3],大范围整体性质的优先性,发生在早期视知觉过程,处理整体性质和局部性质的注意机制可能不同。

研究发现,不同认知方式的个体在枕叶区均有一较大的负波N120,潜伏期在75~170ms之间,类似于选择性负波SP,两类个体间存在明显差异,说明两者在图片一致性判断任务中枕叶的激活程度是不一样的,场依存者枕叶区的激活明显高于场独立者。Sigman等人认为^[13],经过训练,在视觉信息处理的早期阶段的神经细胞可能不仅处理简单的刺激属性,还会处理一些比较复杂的但是非常熟悉的图形,从而将这些复杂图形的表征从视通路的晚期阶段移向早期阶段,这种转移可以使识别做到更快。Song等人训练被试做一个较复杂的视觉图形分辨任务^[14],研究发现,在训练开始时,学习引起的脑电变化区域集中在中央/顶区。但是,被试经过两天训练后,脑电变化的区域退到顶/枕区。进一步提示学习使复杂图形的表征从视觉通路的晚期阶段移向早期阶段。结果表明,场依存被试在枕叶区的N120波幅明显高于场独立者,说明他们在对图形一致性比较的视觉信息处理的早期阶段即进行了更深度的加工,有利于他们完成图片是否一致的比较判断任务。

4.2 N290 的差异

Smid等人根据前人研究提出^[15],在图形选择任务中,第一个信息加工的内源性ERP成分是颞—枕叶的负波,又被称为SP;第二个是内源性正成分(120~300ms),最大波幅出现在前额头皮,又被称为前额选择性正波(简称FSP);第三个ERP成分在头顶皮层出现的最大负波,又被称为N2b。N2b比SP和FSP开始的都要晚。研究要求被试对两张图片作是否一致性判断,结果表明,不管图片一

致与否,两类被试在判断过程中,大脑额叶到中央区在200~350ms之间均出现较大的负波——N290,最大波幅出现在FCZ点。对结果的进一步分析表明,独立者的N290波幅比场依存者明显高,说明场独立者在图形一致性任务判断的后期投入了更多的资源,对两张图片进行了更深入的分析比对。而场依存者在图片信息输入的初期即投入较多的能量,因而可以较快地作出判断,而后期对两张图片特征的比较时所投入的资源较少。Song等人研究表明^[14],要求被试完成一个较复杂的视觉图形分辨任务,与短期训练组的被试相比,长期训练组的被试的N2有了明显的下降。这说明经过训练后,被试对完成视觉分辨任务变得熟练了,完成速度提高了,在脑电上的表现就是与完成这一任务有关的ERPs成份——N2波幅的下降。因此,可以说在完成图形一致性判断任务中,场依存者的N290比场独立者低,这说明场依存者采取的整体性策略有利于其完成这一认知任务,使他们在完成任务时感到简单轻松。从N290潜伏期上看,场依存者明显短于场独立者,说明场依存者较独立者更快地完成了这一认知任务,这与行为实验研究的结果是一致的^[8]。

总之,在判断图形是否一致的任务加工过程中,场依存者的前额叶与中央区在200ms之前的N85与P160峰-峰之差明显大于场独立者,在枕叶区的负波N120波幅明显高于场独立者。说明场依存者在对图形一致性比较的视觉信息处理的早期阶段即进行了更深度的加工,场独立者的N290波幅高于场依存者,而N290潜伏期比场依存者明显的长,说明场独立者在后期对图形进行了较深入的分析比对。

参考文献

- 1 Marr D. Vision. San Francisco: Freeman W H, 1982.
- 2 Navon D. Forest before trees: The precedence of global features in visual perception. *Cognitive Psychology*, 1977, 9(2): 353-383.
- 3 韩世辉, 陈霖. 整体和局部性质加工的事件相关电位研究. *中国科学(B辑)*, 1995, 25(5): 525-532.
- 4 李寿欣, 宋广文. 西方认知方式研究概观. *国外社会科学*, 1999(1): 19-24.
- 5 Goode P E, Goddard P H, Pascual-Leone J. Event-related Potentials Index Cognitive Style Differences during a Serial-Order Recall Task. *International Journal of Psychophysiology*, 2002(43): 123-140.
- 6 孙丽. 不同认知方式个体的事件相关电位研究. 硕士学位论文. 山东师范大学, 2005.

7 庆茂 ,常建华. 关于《镶嵌图形测验》评分方法及部分常模的修订. 见 :谢斯骏 张厚粲. 认知方式——一个人格维度的实验研究. 北京 :北京师范大学出版社 ,1988. 278 – 280.

8 Riding R. On the nature of cognitive style. Educational Psychology ,1997 ,17 (1 2) 29 – 49.

9 Hillyard S A ,Anllo – Vento L. Event – related brain potentials in the study of visual selective attention. Proc Natl Acad Sci USA ,1998. 95 :781 – 787.

10 Harter M R ,Aine C J. Brain mechanisms of visual selective attention. In :Parasuraman , Davies D R. Eds. Varieties of attention. Orlando ,FL :Academic Press ,1984. 293 – 321.

11 Heinze H J ,Luck S J ,Mangun G R et al. . Visual event – related potentials index focused attention within bilateral stimulus arrays. I . Evidence for early selection. Electroencephal

Clinical Neurophysiology ,1990 ,75 :511 – 527.

12 Schatz J ,Erlandson F B. Level repetition effects in hierarchical stimulus processing :Timing and location of cortical activity. International Journal of Psychophysiology ,2003 ,47 :255 – 269.

13 Sigman M ,Gilbert C D. Learning to find a shape. Nature Neuroscience 2000 ,3 (3) 264 – 269.

14 Song Y ,Ding Y ,Fan S et al. . An event – related potentials study on visual perceptual learning under short – term and long – term training condition. Neuroreport ,2002 ,3 (16) : 2053 – 2057.

15 Smid H G O M ,Jakob A ,Heinze H J. An event – related brain potential study of visual selective attention to conjunctions of color and shape. Psychophysiology ,1999 ,36 :264 – 279.

ERP Study of Difference Cognitive Styles Individuals in the Processing of Consistency Judgment of Graphics

Li Shouxin

(Psychology School ,Shandong Normal University ,Jinan 250014)

Abstract : By using technology of ERPs ,this research analyzed 27 right – handed undergraduates ' (14 field – independents and 13 field – dependents) ERPs during the processing of the consistency judgment of graphics. The result indicates ,(1)In a task on the consistency judgment of graphics ,the difference of peak – to – peak between N85 and P160 in the frontal pole and the central area of the field – dependent individuals was more than that of the field – independent ;and the amplitude of the N120 in the occipital area of the field – dependent was higher than that of the field – independent ,which indicated that the field – dependent had made more profound processing at the early stage of the visual information processing in the task of comparison on the consistency of graphics. (2)The amplitude of N290 of the field – independent was higher than that of the field – dependent ,and the latency of N290 of the field – independent was longer than that of the field – dependent ,which implied that the field – independent made more profound comparison on the graphs during the later period.

Key words field dependence ,field independence ,wholistic processing ,analytic processing ,event – related potentials