

空间主方位判断的训练和方位效应*

杨家忠**^{1,2,3} 周荣刚^{2,3} 张侃²

(¹中国民航飞行学院航空心理学教研室, 广汉, 618307) (²中国科学院心理研究所, 北京, 100101)

(³中国科学院研究生院, 北京, 100039)

摘要 以 20 名区域管制员和 20 名大学生为被试, 通过两种类型的空间主方位判断任务考察训练效应和方位效应。结果表明: 管制员主方位判断的绩效(正确率和判断反应时)显著优于学生, 拍摄方向朝北和目标刺激在上-下轴位置时, 主方位判断的绩效显著优于其他条件。研究提示, 训练能够有效地提高空间主方位判断的绩效, 主方位判断存在朝北的方位效应和上-下轴位置效应。

关键词: 主方位判断 方位效应 位置效应 管制员

1 引言

人们对空间物体的位置和方向的判断或说明通常借助于自我参照系(egocentric reference system)和环境参照系(environmental reference system)^[1]。自我参照系对空间位置和方向的说明以身体的剖切面分为前-后轴、左-右轴和上-下轴, 对方位进行判断, 可称之为相对方位判断。环境参照系对空间位置和方向的说明与观察者自身坐标无关, 以方位词“东、西、南、北”或经纬度来说明空间方位。其中以“东、西、南、北”来说明方位的称为主方位判断(cardinal direction judgment)。

目前自我参照系和相对方位的研究得出了比较一致的结论: 上-下轴比前-后轴更突出, 前-后轴比左-右轴更为突出^[2,3]; 就水平方位来说, 存在明显的方位效应: 判断时间模式为前 < 后 < 左 = 右, 即被试对自身前方物体的搜索或定位要快于对身后物体的搜索或定位, 而对自身左边或右边物体的搜索或定位最慢^[4-7]。空间方位判断时, 有时要依据上述两个参照系, 并要在参照系之间进行转换与整合, 这在陌生的环境中表现突出。Gugerty 等人^[8,9]的研究要求被试利用环境参照信息, 完成自我参照系中的主方位判断(见图 1, 停车场是以观察者为以自我参照)拍摄的、空域图属环境参照), 发现受环境参照的影响, 主方位判断会表现出方向效应, 如朝北优势效应(即拍摄方位为北时的主方位判断要快于其他方位的主方位判断)和朝南优势效应, 及主方位效应。Gugerty 等的研究中参照系的转化方向是由环境参照到自我参照。在现实生活和实践中, 也存在自我参照到环境参照的转化。在要求利用自我参照信息, 完成环境参照系中的主方位判断(见图 2)受自我参照的影响, 是否也会表现出某些特点呢?

管制工作最大的特点就是动态地收集、加工和分配飞行信息。区域管制员借助二维雷达显示来掌控飞行动态, 在指挥时需要有良好的空间意识, 以对管制区域内的飞机进行活动通报(traffic information), 空间定向是管制工作中涉及的一项基本工作任务, 空间定向能力也是区域管制员选拔的一项重要标准^[10]。

本研究通过两个自我参照和环境参照转化与整合的实验任务, 旨在阐明系统的管制训练对两类空间主方位判断的影响, 探讨受环境参照与自我参照的影响, 进行主方位判断所表现出的特点。

2 方法

2.1 被试

20 名华北局男性区域管制员(在接受管制训练前, 没有经过与空间定向能力相关的选拔)和 20 名中国农业大学的男性大学生。管制员的平均年龄 26.6 岁(22~32 岁), 学生的平均年龄 19.2 岁(18~22 岁)。

2.2 实验材料和任务

实验材料 1 对应主方位判断任务一(如图 1)。在图 1 右边呈现的是地图, 其中五角方块设为飞机、圆点为停车场、箭头为飞机飞行的方向, 在该方向上对停车场进行拍照, 拍摄的照片(3DMAX 制作)按拍摄者拍摄时看到的场景呈现在屏幕中间。总共有八个拍摄方向, 以北(0°)为基准点, 顺时针排列依次为 0°、45°、90°、135°、180°、225°、270°、315°。由于本实验只进行主方位判断, 当拍摄方向为 0°、90°、180°、270° 时, 材料 1 中的红球将在以照片正上方为基位, 90° 整数倍的四个任一位置; 当拍摄方向为 45°、135°、225°、315° 时, 材料 1 中的红球则将在以照片正上方为基位, 45° 奇数倍的四个任一位置。被试的任

* 国家自然科学基金资助项目(批准号:30270465)

** 第一作者简介: 杨家忠, 男, 中国民航飞行学院, 讲师, 中科院心理所博士研究生。E-mail: yangjz@psych.ac.cn

务是根据拍摄方向判断目标泊位(图中红球)在中心建筑物的东、西、南还是北方。

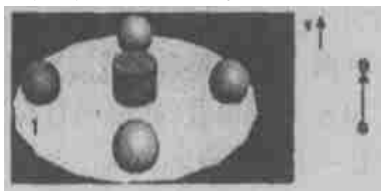


图1 实验材料1(主方位判断任务一)

[拍摄时面对的是北方,目标泊位(1位置的红球)在建筑物西]

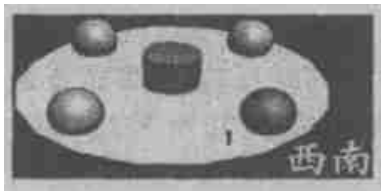


图2 实验材料2(主方位判断任务二)

[目标刺激在建建筑物的西南位、拍摄方位为东,1位置为红球]

实验材料2对应主方位判断任务二(如图2)。在停车场中心建筑物的东南西北及东北、东南、西南和西北各有一泊位,从东、南、西、北中某个方位拍摄的照片(3DMAX制作)即图2,目标泊位边上的文字表示该泊位相对于停车场的方位。目标刺激(红色泊位)相对于停车场的位置共有八个。以正上方(0°)为基准,标记为位置1,按45°递增顺时针排列,其后依次为2、3、4、5、6、7和8。由于本实验只进行主方位判断,当红球在1、3、5和7四个位置时,其方位标识为东、南、西或北;当红球在2、4、6和8四个位置时,其方位标识为东北、东南、西南或西北。被试的任务是据此判断拍摄该照片时所面对的方位。

2.3 实验设计与程序

方位判断任务一为8(拍摄方向)×2(管制员Vs学生)的混合设计,方位判断任务二为8(目标刺激位置)×2(管制员Vs学生)的混合设计。因变量为判断正确率和判断反应时间。

实验程序由E-prime心理学实验软件编制,在计算机上完成。在实验任务前被试先进行按键练习,屏幕出现“东”要求被试用右手食指按小键盘上的数字键6为东;中指按8为北、无名指按4为西、中指按2为南(在不按键的情况下,右手的食指、中指和无名指分别放在4、5和6键上),共作16次判断。接着呈现方位判断任务一或任务二情景的描述、图例及任务说明,按空格键后开始练习12次。每次判断都提供反馈(包括判断对错和判断所用的时间),实验要求被试准确快速地完成每次判断任务。两个方位判断任务都各包含3个刺激组,每个刺激组含32个刺激。实验过程中,刺激材料随机呈现在电脑屏幕上,呈现时间及判断反应时间不设限制。两次判断之间及刺激组之间的时间间隔由被试按空格键控制,根据情况可自行稍作休息。管制员组和学生组各一半被试先完成方位判断任务一,另一半则先完

成方位判断任务二以平衡实验任务。

3 结果与分析

实验过程中,一名管制员因事退出。方位判断任务一的三个刺激组实验中,7名学生被试第一组刺激任务的正确率较低(低于40%);在方位判断任务二中,4名学生在第一组刺激任务的正确率低于40%。因此,考虑实验任务的难度,将两任务的第一组视为练习,仅分析第二、三组的实验数据。在此基础上按照Gugerty等的研究,删除正确率低于40%的被试的数据。在分析判断反应时时剔除3个标准差之外的反应时数据(占1.79%)。

3.1 主方位判断任务一

两名学生的正确率低于40%(分别为39%和34%)。因此,符合条件有效被试为37人,其中管制员19人,学生18人。

3.1.1 主方位判断的正确率

两组被试在八个不同拍摄方向的正确率如图3。重复测量分析表明存在显著的训练主效应($M_{\text{管制员}} = 87.8\%$, $M_{\text{学生}} = 73.8\%$; $F(1, 35) = 14.23$, $p < 0.001$)和拍摄方向的主效应($F(7, 245) = 19.54$, $p < 0.001$),训练和拍摄方向之间的交互作用不显著($F(7, 24) = 1.11$, $p > 0.05$)。对八个不同拍摄方向正确率的多重比较发现,0°方向(即朝北)拍摄的正确率显著高于其他各方向,存在明显的朝北优势效应;90°,180°,270°之间,及45°,90°,270°和315°之间无显著差异;135°和225°拍摄方向的正确率显著低于其他各方向。

3.1.2 主方位判断反应时

两组被试在八个不同拍摄方向的反应时如图4。重复测量分析表明存在显著的训练主效应($M_{\text{管制员}} = 3779.99$ 毫秒, $M_{\text{学生}} = 5304.95$ 毫秒; $F(1, 35) = 5.67$, $p < 0.05$)和拍摄方向的主效应($F(7, 245) = 15.11$, $p < 0.001$)。拍摄方向与训练之间交互作用不显著($F(7, 245) = 1.81$, $p > 0.05$)。八个不同拍摄方向判断反应时的多重比较发现,0°拍摄方向的反应时显著小于其他各方向,亦说明存在明显的朝北优势效应;90°,180°,270°之间无差异;90°,180°,270°拍摄方向的反应时显著小于45°,135°,225°,315°。

3.2 主方位判断任务二

一名管制员因完成实验任务困难而退出,一名学生被试的正确率为25%。符合条件有效被试为37人,管制员18人,学生19人。

3.2.1 不同目标刺激位置的主方位判断正确率

两组被试在八个不同目标刺激位置的正确率如图5。重复测量分析表明存在显著的训练主效应($M_{\text{管制员}} = 92.1\%$, $M_{\text{学生}} = 76.6\%$; $F(1, 35) = 9.$

689, $p < 0.01$) 和目标刺激位置的主效应 ($F(7, 245) = 5.13, p < 0.001$), 训练和目标刺激位置之间的交互作用不显著 ($F(7, 245) = 0.51, p > 0.05$)。对八个不同目标刺激位置正确率的多重比较发现, 1, 5 两个目标刺激位置的正确率显著高于 2, 4, 6 和 8 四个位置的正确率, 说明目标位置的主方位判断存在上 - 下轴效应。

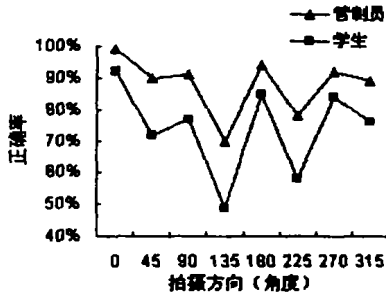


图3 不同拍摄方向的主方位判断正确率

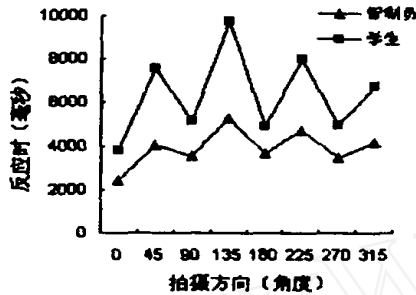


图4 不同拍摄方向的主方位判断反应时

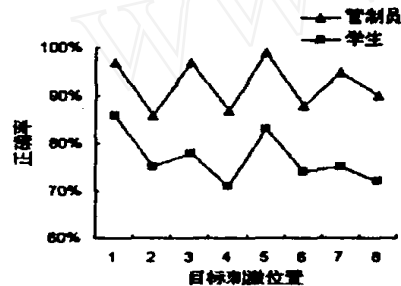


图5 不同目标刺激位置的主方位判断正确率

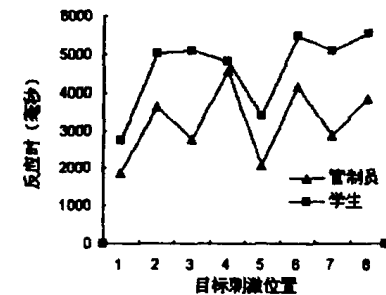


图6 不同目标刺激位置的主方位判断反应时

3.2.1 不同目标刺激位置的主方位判断反应时

两组被试在八个不同目标刺激位置的反应时如图6。重复测量分析表明存在显著的训练主效应 ($M_{\text{管制员}} = 3134.01$ 毫秒, $M_{\text{学生}} = 4351.76$ 毫秒; $F(1, 35) = 4.27, p < 0.05$) 和目标刺激位置的主效应 ($F(7, 245) = 15.31, p < 0.001$)。目标刺激位置与训练

之间的交互作用不显著 ($F(7, 245) = 1.99, p > 0.05$)。八个不同目标刺激位置判断反应时的多重比较发现, 1, 5 两个目标刺激位置的判断反应时显著小于 2, 4, 6 和 8 四个位置, 亦说明目标位置的主方位判断存在上 - 下轴效应。

4 讨论

4.1 训练效应

主方位判断任务一、二方差分析都表明, 管制员完成任务的正确率和判断反应时都显著地好于学生被试。需要指出的是, 本研究所采用的区域管制员因而其在招飞测试中未接受过与空间定向能力相关的选拔。因此, 可以排除管制员与学生组被试主方位判断绩效差异的选拔效应。在管制过程中, 区域管制员需要对处于最小安全间隔的航空器进行活动通报, 以 12 小时制来描述航空器方位。雷达视图与地图一样, 都是上北下南, 左西右东, 相当于环境参照, 在给航空器活动通报时, 则是自我参照, 即始终以目标航空器的航迹线方向为 12 点钟方位。因此, 区域管制员这项工作任务需要其不断地在环境参照和自我参照之间转换。针对飞行员空间认知的研究^[9,11]表明, 训练有助于提高空间任务的绩效。由于飞行与管制职业工作过程中, 都涉及空间认知这项基本工作任务。我们有理由推测, 管制员与学生被试主方位判断任务绩效的组间差异同管制员所从事的职业活动有密切的关系。

另外, 管制员与学生被试在两项空间方位判断任务表现出显著的绩效差异, 说明研究中采用的两项空间方位判断任务是有效的。因此, 可以考虑在未来的管制员心理选拔中采用这两种类型的空间方位判断任务。

4.2 方位效应

本研究中的方位效应体现为朝北拍摄方向的优势效应和目标刺激位置的上 - 下轴效应。

在方位判断任务一中, 八个不同拍摄方向正确率和判断反应时的多重比较发现, 0 拍摄方向 (即朝北) 的绩效最优, 这是因为此种条件下, 环境参照系与自我参照系完全对应, 被试所需要的心理操作最少, 因而错误少, 判断时间短, 表现出朝北的优势效应, 与 Gugerty^[9]、周荣刚^[12]的研究一致。在完成任务过程中, 被试既可能采取旋转策略, 将目标泊位按拍摄方向进行顺时针或逆时针方向旋转, 旋转后的位置即目标泊位所在地理位置; 也可能采取分析的策略, 将环境参照中的拍摄方向定位为自我参照中的视角方向, 如果拍摄方向为西南, 则照片最上方的方向即为西南, 然后再据此判断目标泊位所在的地理位置。从心理操作这个角度讲, 无论采取分析的策略还是旋转的策略, 135° 和 225° 这两个拍摄方向

的绩效都应该是最低的。但是,对于 $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$ 与 45 和 315 这五个拍摄方向而言,其正确率和反应时与所采取的策略有密切关系。本研究中未出现朝南优势效应,这可能与被试采取的策略有关,抑或朝南优势效应本身就比较微弱,需要在下一步的研究中考虑策略因素进行具体分析。就位置效应而言,从对八个不同目标刺激位置正确率的多重比较发现,位置对主方位判断影响只表现在上下轴位置(1, 5 位)的判断反应时间和正确率显著好于 2, 4, 6, 8 位,这与前述自我参照系的研究存在一定的差异^[3,4]。在根据目标刺激位置进行主方位判断时,被试也有旋转与分析两种策略,这两种策略所需要的心理操作是不一样的。旋转策略为先确定目标刺激偏离本来应该在的方位的度数,然后将自己的视角旋转目标刺激偏离本来位置的度数,此时所面对的地理方向即为拍摄方向;分析策略为将自己当前视角方向定位为拍摄方向,然后根据目标刺激标识的地理位置分析视角方向。目标刺激在上-下轴位置时,被试可能更多地采用分析策略,由于目标刺激的地理位置也已标识出来,被试据此确定视角方向的心理操作次数最少,反映在正确率上最高,判断反应时最短。目标刺激在左右轴和 2, 4, 6, 8 位时,如果被试采取分析的策略,其所需要的心理操作次数相当,反映在反应时和正确率两个指标上差异不明显,因此,可以推测学生组被试多采取分析的策略,而管制员可能综合运用这两种不同的策略,且由于训练的原因,其对主方位更敏感。

综上所述,在本研究主方位判断任务条件下,管制员接受的训练能够有效地提高空间方位判断任务的绩效,在空间主方位判断过程会出现朝北的优势效应和目标刺激位置的上-下轴效应。受环境参照和自我参照的影响,主方位判断过程的一些具体特点还需要在下一步的研究中结合策略分析进行深入

分析。

5 参考文献

- 1 Shelton, A. L. & McNamara, T. P. Systems of spatial reference in human memory. *Cognitive psychology*, 2001, 43 (4): 275 - 310
- 2 Clark, H. H. Space, time, semantics, and child. In Moore, T. E. (ed.) *Cognitive development and the acquisition of language*. New York: Academic Press, 1973: 28 - 63
- 3 Franklin, N. & Tversky, B. Searching imagined environments. *Journal of experimental psychology: General*, 1990, 119(1): 63 - 76
- 4 张侃,牟炜民,郭素梅. 想象空间中物体搜索的阶段模型的证实. *心理学报*, 2000, 32(1): 40 - 44
- 5 Franklin, N. Tversky, B. & Coonm, V. Switching points of view in spatial mental models. *Memory & cognition*, 1992, 20 (5): 507 - 518
- 6 牟炜民,杨姗,张侃. 身体转向模式对方位效应和相对位置效应的影响. *心理学报*, 2000, 32(1): 45 - 48
- 7 牟炜民,张侃,杨姗. 想象空间中物体搜索的方位效应和注意效应. *心理学报*, 1999, 31(3): 291 - 298
- 8 Gugerty, L. & Brooks, J. Seeing where you are heading: Integrating environmental and egocentric reference frames in cardinal direction judgments. *Journal of experimental psychology: Applied*, 2001, 7(3): 251 - 266
- 9 Gugerty, L. deBoom, D. & Jenkins, J. C. Keeping north in mind: How navigators reason about cardinal directions. *Proceeding of the IEA 2000/ HFES 2000 Congress*, 2000, 1: 148 - 151
- 10 Hinnerk, E. The selection of air traffic controllers. In Klaus, M. G. (ed.). *Aviation psychology: A science and a profession*. Sydney: Ashgate publishing company, 1998:73 - 80
- 11 游旭群,杨治良. 视觉空间关系识别中的认知加工特性. *心理学报*, 2002, 34(4): 344 - 350
- 12 Zhou R. G. Yang J. Z. & Zhang K. Training - related difference in cardinal direction judgements based on integrating reference frames. *The proceeding of the IEA*, 2003, 1: 1189 - 1192

The Training Effect and Direction Effect on Spatially Cardinal Direction Judgement

Yang Jiazhong^{1,2,3}, Zhou Ronggang^{2,3}, Zhang Kan²

⁽¹⁾ Teaching & Research Section of Aviation Psychology, Civil Aviation Flight College of China, Guanghan, 618307

⁽²⁾ Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100101) ⁽³⁾ Graduate School of Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100039)

Abstract With 20 center controllers and 20 college students as subjects, this research explored the training effect and direction effect on two types of spatially cardinal direction judgement tasks. The results showed that the performance of the controllers, marked by correct rate and judgement time, was better than that of the students. When the forward field of view was north and the target was at the vertical axis, the performance was better than under other conditions. The study suggested that training could effectively improve performance of cardinal direction judgement, and there were direction effect (i. e., north-advantage effect) and location effect (top-and-down effect) in cardinal direction judgement.

Key words: cardinal direction judgment, direction effect, location effect, air traffic controller