

# 6—12岁儿童识图能力的发展<sup>\*)</sup>

徐凡 李文馥 施建农

中国科学院心理研究所

## 摘 要

本实验通过让儿童将不同抽象程度及不同角度(0°或180°)的图与模型相匹配,来了解6—12岁儿童在识图能力方面的发展变化。重点考察图的抽象性及图的旋转(180°)对二维和三维匹配过程的影响。通过对儿童正确和错误反应的分析,我们可以看到:(1)儿童的识图能力有一个从开始的自我中心性反应到利用标记来反应,最后依靠心理旋转进行反应的发展过程;(2)图的抽象性对识图能力的影响只在识图能力水平较低时起作用;(3)图的旋转对儿童的识图有明显的影 响,6岁时儿童已能认识无旋转的图,但直到8岁以后,儿童认识旋转180°的图的能力才有较好的发展。

## 一、问 题

本实验是继“幼儿空间表征能力发展的初步实验研究”<sup>[1]</sup>之后的进一步实验。从上一个实验中我们发现,6岁儿童对涉及表象旋转问题的二维和三维之间的匹配还没有完全掌握,儿童是否作自我中心性的反应与客观标记的存在与否有一定联系。为进一步证实这一结果,并了解儿童空间表征发展的整个过程,我们从识图能力发展的角度,对6—12岁儿童作了进一步研究。

识图能力是空间能力的一个重要方面,它在航空、航天及陆地旅行等交通事业中;在天文、地理等科学领域里;在机械加工、测绘等技术作业中,以及在人们的日常生活中都占有极其重要的地位。

识图能力是根据二维空间的信息(来自图中)对三维真实空间中位置作判断的能力<sup>[2]</sup>。显然,识图过程是一个把二维空间和三维空间相匹配的过程。因此,儿童的识图能力的发展至少包括下列两个方面:(1)作为使用符号来代替一系列客观物体及外界客体间相互关系的活动,识图要求儿童能区分制图符号并理解这些符号所代表的真实空间和空间中的相应客体。这方面的发展又随制图符号的抽象性及图的详尽程度而有很大的不同<sup>[2]</sup>。(2)要求儿童能把图向空间投射或迭加,或由空间向图投射或迭加,以此作出从图

\* 本实验在设计过程中得到刘范先生的指导。实验是在北京市大甜水井小学,中关村二小,东四五条幼儿园和红潮幼儿园的协助下完成的,在此一并致谢。

• 本研究得到国家自然科学基金的资助。

1) 本文于1989年9月7日收到。

到空间或从空间到图的位置判断。这时,儿童必须认识到图中制图符号之间的关系代表了空间中真实物体间的关系;其次,必须认识到会出现图和空间不完全相符的可能性,如图相对于空间的旋转等。有了对不完全相符的补偿(表象的心理旋转等)才能真正认识图和空间的关系。而这一点对儿童识图能力的发展来说可能是极为重要的,而且,也是发展得稍晚的<sup>[3-6]</sup>。

本实验的主要目的是要考察图中制图符号的抽象程度及图的旋转(旋转180°)对儿童进行二维和三维匹配过程的影响,从而进一步了解6—12岁儿童识图能力的发展变化过程。

## 二、实验方法

### (一)被试

6、8、10和12岁的儿童(都在周岁前后3个月内)各24名,其中男女各半。

### (二)实验材料

由于自然空间对于标记作用的条件难以控制,不易分辨出被试是利用客观标记还是依据相对于自己的前后左右来反应的,因此在本实验中采用了模型空间。具体实验材料有:

1.可折叠的房间模型(50×75cm,墙高15cm,没有天花板)一个。模型内包括圆桌一张(茶色,1);四把小椅子(绿色,2—5);长方形茶几两张(茶色,6—7);三人沙发一张(黄色,8);单人沙发两张(9—10)。整个结构如图1。模型的中间部分前后左右对称,但在两端的大沙发和小沙发不对称,形成了标记,儿童在识图过程中可参考(见图1)。

2.代表模型的两张抽象程度不同的图片(10×15cm):图片1:彩色俯视照片;图片2:符号位置图,图中仅用符号标出家具所在位置(见附录1)。

3.三个直径约为1—1.5cm的小玩具(电话,跳棋子及小花瓶,均为红色)以及它们的小照片各一张。

### (三)程序

1.准备。由于实验个别进行,实验前主试要先在集体的环境中熟悉被试,以消除其紧张。然后请被试坐在图1中的位置I(或位置II),主试坐在被试的身边(在左边或右边随机)。在正式实验前先让被试辨认模型中的每一客体,并让其叫出名称,再让其看模型图,教他(她)认识每一符号所对应的模型中的客体。然后,还要给被试看小玩具及对应的照片。被试一一认出物体及其照片后开始正式实验(如果被试不能认出则到此结束)。

2.实验过程。在实验中,被试的任务有两个,一是主试先把小玩具的照片放到模型图

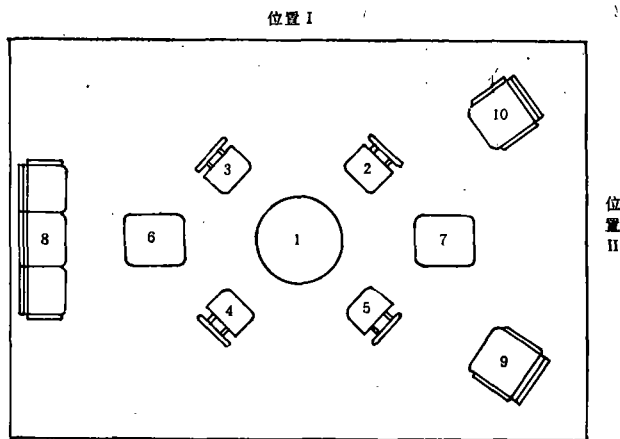


图1 模型示意图

的某个地方,要求被试把小玩具放到模型中的相应位置上去(简称“摆物”);二是主试先把玩具放到模型中,由被试用小玩具的照片在模型图的相应位置上标出来(简称“标图”)。这就控制了因转换方向不同(从二维到三维或从三维到二维)而可能带来的反应上的差异。因此,在下述各条件中被试都要完成这样两个任务,但先做“摆物”还是先做“标图”的顺序随机。摆物和标图各做三次,使三个玩具分别放在点2—5之一、点6—7之一和点9—10之一上。这三组位置的难度各不相同,其中点6—7是最容易的,有明显的标记(长沙发和小沙发)可参考;点9—10和点2—5较难,因为它们之间的分辨没有明显的标记,当图形发生旋转时,儿童需要用心理旋转才能完成任务,而点2—5又较点9—10更难。

前面已经提到,被试的位置有两个,即位置I和位置II。所有的被试都在这两个位置上进行测验。一半被试先坐在位置I,后坐在位置II,另一半被试相反。之所以做这样的安排是考虑到模型和被试的相对位置可能会影响儿童的反应。对于每个儿童来说,位置I时的左右关系(如点6—7)就变成了位置II时的前后关系,而前后关系(如点9—10)就变成了左右关系。这样就可以区分出儿童是按标记还是按前后左右的相对关系来反应的。

图片呈现的方向有两个,一是与模型方向完全一致,即 $0^\circ$ ,另一是与模型方向完全相反,即旋转 $180^\circ$ 。在每个位置上,被试都要在 $0^\circ$ 和 $180^\circ$ 条件下各做一次,其中一半被试先做 $0^\circ$ 后做 $180^\circ$ ,另一半被试的顺序相反。

### 三、结 果

#### (一) $0^\circ$ 条件下的结果:

$0^\circ$ 条件下的结果是本实验的基础。可以设想,如果被试对 $0^\circ$ 的图不能正确反应,那么,对 $180^\circ$ 图的反应结果也就没有意义了。表1给出了 $0^\circ$ 条件下各年龄组的正确反应率(统计时将“摆物”和“标图”的反应结果合起来计算,下同)。

表1  $0^\circ$ 时不同年龄儿童的正确反应率(%)

年龄 (岁)	位置 I		位置 II	
	图片 1	图片 2	图片 1	图片 2
6	86.11	91.67	90.28	87.50
8	97.22	100	100	100
10	100	100	100	100
12	100	100	100	100

从表1可以看出,在 $0^\circ$ 条件下,位置I和位置II之间、图片I和图片II之间都没有显著差异( $0 < Z < 1.59, Z_{0.05} = 1.65$ ),年龄之间的差异只在8岁组和6岁组之间显著( $2.40 < Z < 3.22, Z_{0.01} = 2.35, Z_{0.001} = 3.05$ )。但儿童从6岁起反应的正确率就在86.11%以上。这表明,在本实验条件下,从6岁起,儿童就基本掌握了 $0^\circ$ 时的图和模型之间的匹配。

#### (二) $180^\circ$ 条件下的结果:

当图与模型成 $180^\circ$ 时,儿童的反应要比 $0^\circ$ 时复杂得多,对此,我们不仅要讨论儿童反应的正确率的变化,也要进一步分析他们所犯的错误。

1. 正确率。表 2 给出了儿童在不同位置上各年龄组反应的正确率。

表 2  $180^\circ$ 时各年龄组正确反应的结果 (%)

年龄 (岁)	位置 I		位置 II	
	图片 1	图片 2	图片 1	图片 2
6	16.67	11.11	20.83	11.11
8	66.67	48.61	62.12	43.59
10	78.79	80.30	72.73	75.00
12	90.28	91.67	95.83	95.83

从表 2 可以看出,反应的正确率随年龄增长的趋势是明显的。无论是位置与图片如何,8岁组都非常显著地高于6岁组( $Z \geq 4.425, P < .001$ )。从正确率来看,6岁组到8岁组,以图片1的增长最为突出。在8岁和10岁之间,无论是位置I还是位置II,图片2的正确率都有显著的增长( $Z \geq 3.804, P < .001$ ),图片1的正确率没有显著的变化( $Z \leq 1.593$ )。在10岁和12岁之间,正确率也有显著的增长( $Z \geq 1.877, P < .05$ )。

从图片之间的差异来看,6岁组和8岁组图片1的成绩都高于图片2的成绩,但这种差异仅在8岁组显著( $2.147 \leq Z \leq 2.218, P < .05$ )。在位置I和位置II之间,被试的反应没有显著差异。12岁组反应的正确率已达90%以上。

2. 错误率及错误类型。如果说反应的正确率告诉我们儿童识图能力发展的总趋势,那么,我们可以从儿童的错误中看到儿童在发展过程中的某些特点。表3列出了各年龄组对模型(或图)中的几个位置点的反应的具体错误情况。我们分三个方面来统计儿童的错误:点2—5、6—7和9—10的错误,即指,错误分别发生在点2—5之间、点6—7之间和点9—10之间。例如,点6—7的错误为主试在模型中的点7处放上小玩具,儿童的标图却在点6处。

从实验的结果来看,6岁组的儿童三种错误率都相差不多,也都比较高,大体在80—90%之间。8岁组儿童的各种错误都有明显下降,而以点6—7之间的错误下降最为明显。说明这时儿童开始能够利用标记,并有部分儿童能够利用心理旋转。10岁组在点

表 3 各年龄组反应错误率的具体情况 (%)

年龄 (岁)	位置	错误率		
		2—5	6—7	9—10
6	I	89.58	81.25	87.50
	II	93.75	79.17	85.42
8	I	56.52	23.91	47.83
	II	60.42	27.08	56.25
10	I	31.82	6.82	22.73
	II	36.96	10.87	28.26
12	I	14.58	2.08	10.42
	II	8.33	0	6.25

6—7之间的错误率极低,这表明此时儿童已能很好地利用标记,点2—5和9—10之间的错误率也相当低,说明儿童的心理旋转能力有了进一步的发展。到12岁时,所有的错误率都很低,说明这时儿童的识图能力(包括利用标记和心理旋转)已发展得相当好。总的来说,各年龄组间在各个点上的错误率的差异都是很显著的( $P < .05$ )。

由于位置2—5的情况比较复杂,对儿童在这些位置上所发生错误的进一步分析,对我们进一步了解儿童的识图能力的发展过程具有一定的启发性。儿童在位置2—5出现的错误可以分四种类型:(1)自我中心型,即点2与点4及点3与点5的混淆,也就是尽管图片已旋转,但儿童似乎没有意识到。(2)左右镜象型,即当被试在位置I时发生了3与4和2与5的混淆,在位置II时发生了2与3和4与5的混淆。换句话说,当图片旋转以后,儿童仅是按照一种左右对映的镜象关系来操作。(3)前后镜象型,这是在位置I时发生在2与3和4与5之间的混淆,在位置II时发生在3与4和2与5之间的混淆,也就是按一种前后对映的关系来操作。(4)其他错误,即儿童摆物或标图到点2—5以外的位置上去了。表4反映了6、8岁儿童对点2—5各位置反应的错误的分类情况(由于10岁以后儿童反应的错误次数太少,因此未列入此表)。

表4 6—8岁儿童对2—5各位置点的反应错误率分类\*

年龄 (岁)	位置	2—5各点的错误分类				合计
		自我**	左右	前后	其他	
6	I	67.47	27.91	2.31	2.31	100
	II	73.67	2.21	24.42	0	100
8	I	23.29	65.38	11.53	0	100
	II	34.48	6.90	55.19	3.43	100

\* 表中列出的错误率是指占2—5各点总错误的百分数。

\*\* 自我、左右和前后分别指自我中心型、左右镜象型和前后镜象型。

从表4可见,6岁组儿童的主要错误是自我中心型的,在镜象错误中,位置I的左右镜象错误明显高于前后镜象错误( $P < .01$ ),而在位置II,前后镜象错误明显高于左右镜象错误( $P < .01$ )。对于8岁组的儿童来说,主要错误不再是自我中心型的,被试在位置I时主要是左右镜象错误,而在位置II时主要是前后镜象型错误。

#### 四、分析和讨论

从表2的结果我们可以看到,图的抽象性对6岁组和8岁组儿童是有一定影响的。但两张图片之间的差异仅在8岁组达到统计显著水平。这可能预示图的抽象性对识图的影响主要发生在儿童的识图能力有一定发展,但发展水平还相对低的情况下。

尽管总的来说位置I和位置II之间被试对模型中2—5各位置点的错误率并没有显著差异,但从表4的数据看,在两个不同的位置上儿童的反应还是不同的。6岁组,自我中心型的错误占绝对优势,但镜象错误的比例在两个位置之间有所不同。位置I时,左右镜象型错误及位置II时的前后镜象型错误在镜象错误中占有相当高的比例。这表明,此时有一部分儿童已经开始能注意到了模型中的大沙发(8)和小沙发(9—10)在整个结构中的标记作用。当被试在位置I时,它们构成左右标记,当被试在位置II时,又构成前后标

记。这部分儿童能够按照距标记的远近来反应。但由于在位置 I 时对儿童来说没有前后标记,在位置 II 时没有左右标记,对这些方位,儿童还是以自我为参照系来反应,这就形成了上述的结果。这也充分说明,这时儿童是开始注意到了标记的作用,但对表象的旋转还是非常困难的。到 8 岁时,儿童的自我中心性反应有明显降低。而镜像错误、特别是位置 I 时的左右镜像错误和位置 II 时的前后镜像错误已成为所有错误中的主要错误。由此可以认为,到 8 岁时,儿童的反应已进入了新的阶段,在一定程度上摆脱了自我中心性,并能够利用标记,而且已有占半数的被试能够把握模型的整体结构进行心理旋转。而到 10 岁以后,有更多的儿童(75%以上)能够把握模型的整体结构进行心理旋转。也就是说,随着年龄的增长,儿童识图能力发展的过程是:从最初的完全自我中心性的反应到有标记的方向上利用标记来反应,而在没有标记的方向上又出现了自我中心性的反应,最后才能够把握整体结构进行心理旋转。这个过程也可以从表 3 的数据中清楚地看到。在 6 岁时,儿童的三种错误率都很高,在点 6—7 之间也经常发生错误,显然表明,这时大多数儿童的反应都是自我中心型的。到 8 岁时,各种错误率较 6 岁组都有明显的下降,但以点 6—7 的错误率的下降最为突出,表现出这时大多数儿童都能利用标记,而且,有些儿童也能作心理旋转,但为数不多。到 10 岁时,不但点 6 与 7 错误已下降至极低,而且点 9 与 10 错误也已相当低。这显然表明大多数儿童已能够利用心理旋转进行反应了。12 岁时显然是本实验条件下儿童识图能力发展到了一个相当高的水平。此外,各点的错误率在位置 I 位置 II 之间的差异不显著,这表明,在本实验中相对于儿童的方位“前后”或“左右”关系对儿童的识图并没有什么显著影响。有影响的主要是标记。这一点和 Fisher 和 Camenzuli<sup>[7]</sup>的结果是一致的。

另外,我们从被试在反应中的动作表现和所述理由,还可以进一步分析出儿童识图能力发展变化的一些特点。

6 岁组儿童在反应中往往显得比较自信,尽管在 180°条件下点 6—7、点 9—10 和点 2—5 的错误都非常多,但他们都认为自己是正确的,似乎图的旋转对他们没有什么影响,有的儿童用手比划着说:“它就是放在这里的。”有些儿童似乎意识到了图的旋转,反应时用手在空中划着圈,但最后还是放错了。

8 岁组儿童的表现与 6 岁组儿童有很大的不同,反应中 6—7 错误明显减少。在反应时经常说:“在长沙发前面”或“在大沙发的对面”,“图的沙发在这边,这是反着的。”(李×,男,7岁12个月)等等。一些儿童注意到了图的旋转,总想扭着身子看,摆放正确后解释说:“这样调过来就一样了。”“我脑子里有个正着的图。”(赵×,女,8岁2个月)但这样的例子还比较少。

10 岁组儿童在反应过程中,扭动头或身子、用手划着圈子或看着天花板沉思的现象很多。例如,被试金××(女,10岁整)一边操作,一边自言自语:“大沙发在这边,……我要坐在那边看,图是反着的。”或对主试说:“反着想,”“想象着倒过来就一样了。”显然,这个阶段的儿童大多是利用心理旋转来进行反应,并取得了较好的成绩。

在 12 岁组儿童中,除了大部分被试的反应接近完全正确外,在所述的理由中也显示出被试所使用的策略水平有了进一步发展。虽然也有闭目思考或扭动身体的现象,但更多的是根据一定的“规则”作反应。例如,被试董×(女,11岁10个月)说:“因为图和模型是

相反的,所以你(指主试)左,我就右。”“放的时候应该相反,”有的说:“调了个,等于左边调到右边,上边调到下边。”(张×,男,12岁1个月)。而且,有些儿童对模型及摆放物的结构关系更为重视。如,当要求儿童反应的点是4、7和10时,他(她)会指出,4和7之间“隔着一把小椅子”,等等。

综上所述,从被试所讲的理由中,我们不难看到一个从自我中心到利用标记再到注意整体结构并利用心理旋转作反应的发展过程。而且,还可以发现,即使同样摆放正确的反应,儿童表现出的认知水平也有所不同。

## 五、结 论

在本实验条件下可以看到:

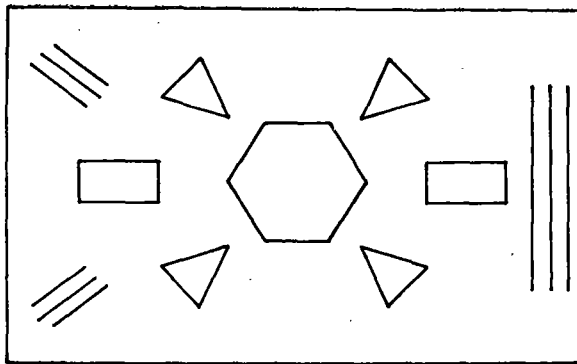
1. 儿童识图能力的发展有一个较为明显的过程,首先是自我中心性的反应(约6岁),然后是利用标记来反应(约8岁),最后是利用心理旋转及规则来反应(约10—12岁以上)。但这种阶段性不是绝对的,相邻年龄之间有些重叠。

2. 图的抽象性对儿童的识图有一定的影响,但这种影响只在儿童的识图能力有一定发展,而水平又不太高时起作用。

3. 图的旋转对儿童(特别是小年龄儿童)的识图有明显影响,旋转使二维和三维之间的匹配难度增大。大约到8岁以后,儿童认识旋转 $180^\circ$ 的图的能力才有较好的发展。

4. 明显的标记有利于儿童的识图。

### 附录1



符号位置图

## 参 考 文 献

- [1] 徐凡, 幼儿空间表征的初步实验研究, 心理学报, 1989年, 第1期, 68—75页。
- [2] Bluestein, N. & Acredolo, L., Developmental changes in map-reading skills. *Child Development*, 1979, 50, 691—697.
- [8] Blaut, J. M., Mcleary, G. F., & Blaut, A. S., Environmental mapping in young children. *Environment and Behavior*, 1970, 2, 335—349.
- [4] Pufall, P. & Shaw, R., Analysis of the development of children's spatial reference systems. *Cognitive Psychology*, 1973, 5, 151—175.
- [5] Piaget, J. & Inhelder, B., *The child's concept of space*. New York, Norton, 1967.
- [6] Pick, H. L. & Lockman, J. J., From frames of reference to spatial representations. In L. S. Liben, A. H. Patterson & N. Newcombe (Eds.), *Spatial representation and behavior*

across the life span, New York: Academic Press, 1981.

- [7] Fisher, Celia B. & Camenzuli, Cheryl A. , Influence of body rotation on Children's left-right confusion: A challenge to bilateral symmetry theory. *Developmental Psychology*. 1987, Vol. 23, No. 2, 187—189.

## THE DEVELOPMENT OF MAP READING ABILITY IN CHILDREN OF 6—12 YEAR OLDS

Xu Fan    Li Wenfu    Shi Jiannong

*Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences*

### Abstract

The experiment was conducted in the attempt to understand the development of children's map reading abilities. 96 children aged from 6 to 12 years were asked to match a room model with two maps which had different abstract level symbols and were shown in different angles ( $0^\circ$  or  $180^\circ$ ). Ss were asked individually to match the maps with the model. The results have shown that, 1) the children's map reading ability development is a process in which children first react egocentrically, and then they start to use landmarks, and at last they depend on mental rotation, 2) the abstractness of maps can influence the map reading process only when children's map reading abilities were relatively poor, 3) the rotations of maps have significant influences on map-reading reaction of young children. Even 6-year-old children can use non-rotated map properly, but they can't use rotated maps until 8 or older.