

# 儿童认知几何图形干扰因素的研究<sup>1)</sup>

李文馥

王贞琳

(中国科学院心理研究所, 北京 100012) (陕西师范大学, 西安 710062)

梁 萍

(惠普有限公司, 北京 100004)

**摘 要** 本研究旨在探讨影响儿童几何图形认知的几个主要因素及其作用的变化过程。研究对象是5—10岁儿童145名,研究材料有长方形、三角形、梯形、椭圆形、平行四边形。选择直观因素、种类内干扰、种类外干扰3种干扰。采取称名、指认、分类、确认、鉴别5种实验指标。实验结果表明对几何图形非本质因素的摆脱、对变式图形的确认、对非同类相似图形的鉴别是儿童初级几何认知发展的重要标志;采用双重标准分类,对本质特征和非本质特征的离析是儿童几何图形分类能力发展的主要过渡形态;语言提示对儿童几何图形分类的改进作用不大,对确认和鉴别图形有显著性影响;小学二年级儿童的初级几何知识只相当于5岁儿童水平,这种现象值得有关教育部门重视。

**关键词** 初级几何知识,双重标准,种类内干扰,种类外干扰,确认,鉴别。

## 1 问题的提出

数学是研究客观世界的数量关系和空间形式的科学,无处不在而又无时不有的数量关系及空间形式是儿童认识世界的基本形式。几何是研究空间的数学,儿童学习几何是从识别几何图形、掌握几何概念开始的。对几何概念的掌握要经历从简单到复杂,从低级到高级的发展过程<sup>[1-3]</sup>。儿童掌握几何图形概念受到一些干扰因素的影响,排除干扰因素影响的过程就是离析几何图形的本质特征和非本质特征的过程。

有的研究者认为颜色和形状是影响几何图形分类的两大因素。我们的一项研究着重考察了类别特征、外部特征、主题关系等各种分类标准在儿童分类中的竞争力,结果发现形和色这类感知因素的竞争力最弱<sup>[4]</sup>。最近的一项研究认为,材料的几何属性的差异会影响儿童的分类标准<sup>[5]</sup>。Laura的研究认为儿童在分类时倾向于选择多种刺激维度中的一种做为分类标准,一致性比例最高的标准是个体最适合的标准。分类的发展并不呈现出从整体到分化的转变,而是表现出对某一特定标准的一致性的增加<sup>[6]</sup>。

几何图形的类别特征是抽象的图形形状,所以除了图形的颜色、大小等外部特征是干扰图形认知的因素之外,正确的几何图形认知需要排除不同的类别特征的干扰。几何图

1) 本文初稿于1996年3月17日收到,修改稿于1997年1月5日收到。

形的各种变式都属于种类内干扰<sup>[2-7]</sup>。此外还有种类外干扰,即分属不同种类的相似图形的干扰作用。有关研究认为对不同种类物体的分类结果明显地受分类物相似程度的影响。物体之间的相似程度越高,越容易被分为一类,即使在分类学特征上它们存在明显的差异<sup>[8-10]</sup>。

与多种干扰因素相对应的,对其研究亦应采用多种指标。以往的研究多采用称名、指认和分类的方法。本研究针对各种不同的干扰因素,拟采用多种指标探讨儿童几何图形认知的发展过程。另外已有的研究<sup>[11]</sup>表明指导语和训练会影响儿童类别概念的形成。本研究也试图进一步了解语言提示对改进儿童图形认知的作用。

## 2 研究方法

### 2.1 干扰因素和实验指标

在设计中选取了3种可干扰几何图形认知的因素:

其一是图形的表面特征(颜色和大小),以考察在概括中摆脱明显的外部特征的过程;

其二是种类内干扰因素,选取与几何图形正常视形差异较大的同种类图形,试图从概念的内涵方面了解儿童掌握几何图形概念的特点;

其三是种类外干扰,选择在形式上与实验用图形有较高的相似度,但不属于同种类的图形,用来考察儿童对图形概念外延的辨别力。

我们选择这3种干扰因素的目的在于从不同方面综合地探讨儿童认知几何图形的特点。

本实验又从不同的角度选取5个操作指标,旨在从多维度考察儿童认知几何图形能力的发展过程。这5个指标是:

- (1) 指认:了解儿童辨认几何图形的能力;
- (2) 称名:了解儿童叫出几何图形名称的情况;
- (3) 分类:分类能力是儿童初级几何图形认知的基础能力;
- (4) 确认:考察儿童掌握几何图形概念内涵的水平;
- (5) 鉴别:了解儿童区分几何图形概念外延的水平。

### 2.2 研究对象

被试为5—10岁儿童,共145名,分为5个年龄组。5岁组27人,平均年龄4;11岁;6岁组30人,平均年龄6;01岁;7岁组29人,平均年龄7;02岁;8岁组29人,平均年龄8;01岁;10岁组30人,平均年龄9;08岁。选取的年龄范围为周岁上下四个月,每组男女人数几近各半。被试选取自北京市的两所幼儿园和两所小学。

### 2.3 实验材料

采用5种几何图形,分别为长方形、三角形、梯形、椭圆形、平行四边形。每种图形为一类,共5类,每类有7张,总共35张。其中各类图形分大小不同(大小面积相差约9倍)和颜色不同(红黑两种颜色),还有种类内干扰的确认图形各一张,种类外干扰的鉴别图形各一张,此外每类还有白色的中等大小的图形一张。能摆放全部实验图形的呈示盘一个。

### 2.4 实验步骤

称名和指认 主试随机一一出示图形卡片,要求被试说出名称。如被试不知道就教

给他,但只记录其主动说出的结果。其后主试将5种白色图形(5张)同时呈现,并随机分别说出图形名称,每说一个名称要求被试指出相应的图形。

**分类** 将30张(5张称名和指认用的白色图形除外)分类用的图形随机摆放在在呈示盘里,要求被试进行分类。指导语是:“请你把同一类的图形选出来放在一起。”有时对年龄小的儿童要补充一句:“请你把是好朋友图形拿出来放在一起。”并告诉儿童不能归类的卡片可放在原处不动。归类后询问儿童为什么把一些图形归在一起,并将讲述后纠正错误的结果也记录下来。

**确认** 将5张确认图形全部取出(不管归类正确与否),一一呈示并询问儿童某图形能否归入某类(比如确认图形三角形能否归入三角形类),被试回答后要求他说出能归入或不能归入的理由,由另一主试作详细记录并记录自行归类和提问后纠正错误的结果。

**鉴别** 将5张鉴别图形全部取出(不论在归类时是否被剔除),分别呈示,并一一询问能否将其归入某类(与该图形形状很相似类别)。不管被试回答正确与否都要求他说出理由,与确认相同,记录下提问前后正确处理的结果。

## 2.5 记分

指认和称名取二级记分,正确为1分,错误和不会为0分。分类按四级记分,能将不同颜色和大小卡片归为一类记3分,按双重标准(分类学特征与外表特征)分类记2分,单纯按颜色或大小分类记1分,不会分类记0分。确认和鉴别取三级记分,能自行将确认图形正确归入类别中,能正确将鉴别图形排除在类别外,都各记2分,经语言提示后能纠正错误的给1分,其它为0分。

# 3 结果

## 3.1 指认几何图形的结果

按5、6、7、8、10岁的组别顺序,图形指认的平均正确率分别为89.63%、98%、96.55%、100%和100%。全体被试五个图形指认的平均得分为4.83(满分为5分),标准差0.49。这表明5岁以上儿童已具备了辨认图形的能力。

## 3.2 称名成绩比较

从表1可以看出,几何图形称名结果受熟悉因素的影响:熟悉的图形(长方形和三角形)均达满分;不熟悉的图形(平行四边形)称名分数很低,一直到10岁才能达到全对;中等熟悉程度图形(梯形和椭圆形)的称名成绩随年龄而增长。

表1 各年龄组几何图形称名的平均成绩(分)

	长方形		三角形		梯 形		椭圆形		平行四边形	
	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD
5岁	1.00	0.00	1.00	0.19	0.52	0.51	0.74	0.45	0.07	0.27
6岁	1.00	0.00	1.00	0.00	0.73	0.45	0.83	0.38	0.07	0.25
7岁	1.00	0.00	0.97	0.19	0.79	0.41	0.76	0.44	0.10	0.31
8岁	1.00	0.00	1.00	0.00	0.97	0.19	0.90	0.31	0.24	0.44
10岁	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00
合计	1.00	0.00	1.00	0.12	0.81	0.40	0.85	0.36	0.30	0.46

### 3.3 几何图形分类结果

图形分类结果从表 2、表 3 和图 1 表现出来。从表 2 可以看到分类的成绩随年龄有所增长,但同一年龄阶段各种图形的分类成绩却没有很大差别。通过方差分析检验图形之间分类成绩的差异,从中看到在分类时图形因素没有显著作用 [ $F(4, 140)=2.18, P > 0.05$ ],这不同于称名指标中图形的熟悉程度对作业成绩的影响。因此我们也有理由将五种图形进行综合分析。此外,年龄和图形的交互作用并不显著。

表2 各年龄组分类成绩(分)

	长方形		三角形		梯 形		椭圆形		平行四边形	
	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD
5岁	1.70	0.99	1.93	1.04	1.89	1.05	1.89	1.05	1.89	1.05
6岁	1.97	1.09	2.17	1.05	2.10	1.06	2.03	1.07	1.90	1.03
7岁	2.31	1.00	2.28	1.00	2.31	1.00	2.41	0.91	2.24	0.99
8岁	2.66	0.77	2.79	0.62	2.59	0.82	2.72	0.70	2.72	0.70
10岁	2.77	0.63	2.80	0.61	2.83	0.53	2.87	0.51	2.70	0.65
合计	2.29	0.98	2.40	0.94	2.35	0.96	2.39	0.94	2.30	0.96

表 3 是各年龄组成绩差异检验,图 1 是各年龄组分类能力发展趋势的描述。其中“正确分类”是指正确地将常规几何图形归类(这里也包括能正确分类但有个别错误的结果),

表3 各组分类成绩差异检验

年龄组(岁)	6	7	8	10
5	1.24	3.78**	6.56***	8.41***
6		2.64*	5.73***	7.25***
7			3.20*	4.83***
8				1.73

表内数字为Z值 \* $P < 0.05$  \*\* $P < 0.01$  \*\*\* $P < 0.001$

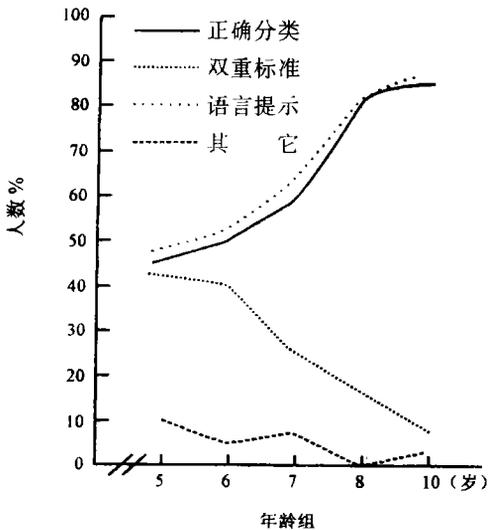


图1 各年龄组几何图形分类结果比较

“双重标准”是指同时依据图形本质特征和外表特征(颜色或大小)两个因素分类,“其它”指单纯以颜色或大小标准分类和不会分类。

从表 3 和图 1 可以看到如下几点:

正确分类的成绩变化按年龄可分为三个阶段:5—6岁和8—10岁两个年龄段都无明显差异,而6—8岁三个年龄组的分类水平逐年显著增长;

双重标准曲线自6岁以后随正确分类曲线的上升而迅速下降,其变化趋势与正确分类的发展趋势呈反向呼应;

单纯以颜色或大小为标准分类的比率非常小;

语言提示对儿童分类成绩没有显著作

用。

### 3.4 确认的结果

表4 各年龄组确认的平均成绩(分)

	长方形		三角形		梯 形		椭圆形		平行四边形	
	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD
5岁	0.63	0.79	0.70	0.87	0.78	0.89	0.52	0.85	0.81	0.92
6岁	1.00	0.95	0.73	0.94	1.00	0.95	1.00	0.00	0.97	0.96
7岁	0.83	0.85	0.76	0.87	0.86	0.92	0.93	0.26	1.00	1.00
8岁	1.55	0.74	1.03	0.98	1.45	0.78	1.31	0.93	1.66	0.67
10岁	2.00	0.00	1.87	0.43	2.00	0.00	1.70	0.70	2.00	0.00
合计	1.21	0.89	1.03	0.94	1.23	0.90	0.97	0.98	1.30	0.91

在确认任务中各几何图形间的成绩是有显著差异的 [ $F(4, 140)=8.55, P < 0.001$ ], 但年龄与图形之间的交互作用并不显著, 各种图形确认的发展是同步的; 5—7岁儿童的确认成绩都很低, 7岁以后才开始逐年有明显进步。

表5 各组确认成绩差异检验

年龄组(岁)	6	7	8	10
5	2.24	1.43	6.41***	11.94***
6		-0.87	4.38***	10.29***
7			5.17***	10.94***
8				6.47***

表内数字为Z值 \*\*\* $P < 0.001$

### 3.5 鉴别的结果

各图形间鉴别成绩具有显著差异 [ $F(4, 140)=16.45, P < 0.001$ ], 而且随着年龄的增长各图形鉴别的成绩也有不同的改变, 表现为图形与年龄的交互作用显著, 即不同图形鉴别认知发展的速度是不同的。

表6 各年龄组鉴别的平均成绩(分)

	长方形		三角形		梯 形		椭圆形		平行四边形	
	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD
5岁	0.67	0.92	0.33	0.73	0.59	0.93	1.37	0.84	0.22	0.64
6岁	0.70	0.88	0.53	0.82	0.47	0.82	1.03	0.89	0.43	0.82
7岁	0.59	0.82	0.69	0.85	0.66	0.90	0.97	0.94	0.28	0.65
8岁	0.90	0.90	0.93	0.84	0.66	0.81	0.90	0.94	0.45	0.69
10岁	1.73	0.52	1.43	0.82	1.63	0.56	1.10	0.88	1.13	0.63
合计	0.92	0.91	0.79	0.89	0.81	0.91	1.07	0.90	0.51	0.76

从表4(确认成绩)和表6(鉴别成绩)的比较中看到, 6—10岁儿童的鉴别成绩明显低于确认成绩。

表7说明语言提示对5—8岁儿童的确认成绩和6—10岁儿童的鉴别成绩有明显的促进作用。

表7 语言提示对确认和鉴别作用的显著性检验

	确 认	鉴 别
5岁	4.714***	1.52
6岁	2.515 <sup>2</sup>	3.568**
7岁	3.511**	3.844**
8岁	3.116**	5.946***
10岁	1.09	6.733***

表内数字为Z值 \* $P < 0.05$  \*\* $P < 0.01$  \*\*\* $P < 0.001$

### 3.6 各年龄总成绩差异比较

各几何图形在不同指标上的成绩差异程度是不同的,但是通过回归分析发现各图形对总成绩的贡献是没有差异的,因而可以把每个被试在各个图形上的成绩累积在一起来表示总成绩。表8是各年龄组总成绩的差异比较,可以看出7—8岁是儿童几何图形认知能力迅速发展的阶段。

表8 各年龄组成绩差异比较(分)

年龄组(岁)	6	7	8	10
5	1.56	1.93	6.33***	12.60***
6		0.54	4.71***	10.66***
7			3.64***	8.65***
8				5.93***

表内数字为t值 \*\*\* $P < 0.001$

采用方差分析检验性别和年龄在几何图形认知中的作用。结果表明,年龄是影响几何图形认知的主要因素 [ $F(4, 140) = 37.81, P < 0.001$ ], 性别在其中不起显著作用 [ $F(1, 140) = 0.72, P > 0.05$ ]。

前面提到各图形在不同的指标上的成绩差异程度不同。把各图形的成绩累积起来分析不同指标对于几何图形认知的影响作用。结果说明指标对几何图形认知是有影响的 [ $F(4, 140) = 20.20, P < 0.001$ ], 不同指标对各图形成绩的影响是不同的。

## 4 结果分析和讨论

指认实际上是图形辨认,正确地辨认图形是完成另外4个指标的前提条件。从结果看,正确辨认图形的平均成绩达4.83分(满分为5分),这表明儿童从5岁开始儿童能正确地辨认常见的或较常见的几何图形。

称名在很大程度上受学习因素的左右,也受经验影响。几何图形是物体形状的空间抽象形式,其名称也有经验的概括成分,这就给儿童学会称名带来了便利。如果结合他们的经验进行教学,儿童是可以掌握许多几何图形名称的。

分类能力是儿童几何图形认知发展的一个重要指标。图1的正确分类结果表明5—10岁儿童图形分类能力基本上呈随年龄而发展的趋势,其中6—8岁之间出现显著发展,这说明6—8岁是儿童几何图形认知能力发展的重要时期。图中双重标准分类的曲线呈随年龄而下降的趋势。下降幅度恰好同分类成绩提高的幅度形成反向对应。这种对应说明

几何图形分类能力发展与摆脱双重标准紧密相关。

本实验中外部直观因素(颜色和大小)作为单一分类标准的结果占有很少的比率,这与过去的研究<sup>[4]</sup>的结果非常一致。这又一次说明颜色等外表直观因素单独作为分类标准在各分类标准的竞争中是弱因素。但是本研究的结果又深入一步探讨了外表直观因素的作用。儿童面对分类任务,他们发现有本质特征也有非本质特征,在分不清两者孰主孰次时,往往同时采择两个因素,把非本质要素作为与本质要素共存的依据,综合成双重标准。在这种场合,非本质的外表因素就变成影响正确分类的强要素。所以可以认为儿童几何图形分类能力的发展过程在很大程度上是离析本质特征与非本质直观特征,进而舍弃非本质特征的过程。这一点与已有的研究结果<sup>[11]</sup>是不一致的。

种类内干扰是选择属于同种类的异常视形探讨儿童掌握几何图形概念内涵的情况。所谓异常视形就是与教科书常用图形或教师通常采用的范形差别大一些的图形。为简便,在文中称其为确认图形。结果表明除10岁以外各组儿童的确认能力都很低或较低。实际上种类内干扰就是图形画法变式,即变换图形的非本质特征,保持其本质特征。从结果中可以看到8岁以下儿童掌握一般几何图形概念的确切性是比较差的,他们所掌握的概念内涵偏于狭窄。通过语言提示5—8岁儿童的确认率都可以提高10—15%。语言提示的明显作用说明5—8岁儿童具有扩展几何图形概念内涵的潜在力。

种类外干扰是用非同种类的相似图形来干扰分类,用以考察儿童掌握几何图形概念外延的能力。本文把这种图形称为鉴别图形。从结果看到,儿童的鉴别水平明显低于确认水平。这种情况一方面反映了儿童面对要解决的任务,缺乏对对象的仔细观察和认真审度。通过语言提示6—10岁儿童的鉴别率可以提高15%—25%左右。但这种语言提示对5岁组没有显著影响。儿童自己的语言表述说明他们对几何图形概念的理解容易受图形视觉表象和图形的物理特征的局限。这表现在他们确认和鉴别图形时较多强调的是:太长了、太尖了、有点粗、有点瘦、宽了、窄了、尖应该冲这边、太扁了、短了一点、这边特别斜、象鸡蛋、是挂衣服用的等等理由。这些判断理由说明儿童是通过视觉线索来理解几何图形概念的。在他们眼中,书本上常用的图形和教师的范图占据优势,并形成了整体知觉图形的定势。所以不容易发现非同类相似图形不属于类别的特殊部分。

年龄是儿童几何图形认知发展的一个重要因素。随着年龄的增长,各项指标的成绩都呈显著性提高(指认完成率都高于90%,因而不存在这一特点)。而性别在其中起的作用不显著。这说明男孩和女孩在几何图形认知发展上能力相当、没有差别。

本研究采用了指认、称名、分类、确认和鉴别五种指标综合考察儿童几何图形认知的特点。指认的高成绩表明5岁以上儿童已具有正确辨识图形的能力;称名成绩受图形熟悉因素的影响,这说明称名与经验和教学的关系密切;分类的年龄主效应显著,而图形因素不显著;确认成绩与图形特征有关,确认能力的发展受年龄局限;鉴别能力低于确认,在鉴别作业中图形和年龄的交互作用显著。可见从多维度研究几何图形认知发展是一种更为有效的方法。

我们将5个指标的结果综合起来分析5—10岁儿童几何图形认知的总的发展。从中看到从5岁幼儿到7岁的小学2年级学生的图形认知水平没有明显变化(未见显著差异),这说明小学2年级儿童的初级几何认知还停留在幼儿园中班的水平。看来现在的小学教

学严重地忽视了小学低年级的几何知识教学,即使幼儿园的孩子在这方面也有很大的潜在能力可以开发。本研究的重要目的之一就是希望研究的结果能对有关教育工作产生积极的影响。

## 5 结 论

研究结果说明儿童对几何图形非本质直观特征、图形变式、非同类相似图形等干扰因素的正确处理能力是初级几何认知发展的重要标志;

指认、称名、分类、确认和鉴别多项指标综合评价比单一指标更能全面和客观地揭示儿童几何图形认知特点和发展趋势;

同时采择几何图形本质特征和非本质特征双重标准,离析本质特征和非本质特征的能力是儿童分类能力发展的重要过渡形态;

8岁以前儿童确认变式图形和鉴别非同类相似图形的成绩都不高,反映他们掌握几何图形概念内涵和外延的确切性都比较差;

语言提示对儿童几何图形分类的改进作用不大,但是对确认和鉴别图形具有显著影响;

小学1、2年级儿童掌握几何初级知识的水平仅与幼儿园中班的5岁儿童相当。这种现象应该引起有关教育方面的重视。

## 参 考 文 献

- 1 李文馥, 赵淑文。3—4岁初入园小班儿童几何图形认知特点的研究。心理科学, 1991, (3): 17—21。
- 2 赖昌贵, 王秉锋。小学生识别几何图形、掌握几何概念的心理特点。心理科学通讯, 1982, (3): 30—37。
- 3 理查德·莱什等著, 孙昌识、苗丹民等译。数学概念和程序的获得。山东教育出版社, 1990: 210—216。
- 4 李文馥, 樊艾梅。各种分类标准在儿童分类中的竞争。心理学报, 1994, 26(4): 362—369。
- 5 阴国恩。材料的几何属性差异对3—7岁儿童分类标准影响的研究。心理科学, 1996, 19(5): 261—264。
- 6 Laura A T. Dimensional Strategies Dominate Perceptual Classification. Child Development, 1994; 65: 1627—1645.
- 7 张梅玲等编。儿童数学思维的开发。科学出版社, 1992: 393—399
- 8 樊艾梅, 李文馥。3—6岁儿童层级类概念发展的实验研究。心理学报, 1995, 27(1): 28—36。
- 9 Fenson L, Cameron S M, Kennedy M. Role of Perceptual and Conceptual Similarity in Category Matching at Age Two Years. Child Development, 1988; 59: 897—907.
- 10 Fenson L, Veella D, Kennedy M. Children's Knowledge of Thematic and Taxonomic Relations at Two Years of Age. Child Development, 1989; 60: 911—919.
- 11 Deak G, Bauer P. The Effects of Task Comprehension on Preschoolers' and Adults' Categorization Choices. Journal of Experimental Child Psychology, 1995; 60: 393—427.

## RESEARCH ON INTERFERENCE FACTORS OF CHILDREN'S COGNITION OF GEOMETRIC FIGURES

Li Wenfu

*(Institute of Psychology, CAS, 100012)*

Wang Zhenlin

*(Shanxi Normal Univ., 710062)*

Liang Ping

*(China Hewlett Packard Co., Ltd. 100004)*

### Abstract

This research aimed at the investigation of the main factors that influence children's cognition of geometric figures of rectangle, triangle, trapezium, ellipse and parallelogram. We chose object factors, inner-category and outer-category as interference factors and name, indication, classification, confirmation to distinguish five test items. Our research results indicated that the important criteria of children's elementary geometric cognitive development is casting off the nonessential features, confirming the varied figures and distinguishing the outer-category similar figures. Adopting double classification standards and separating the essential from nonessential features are the main transition status of the development of children's ability to classify geometric figures. Language prompt play an important role in classifying. Especially, the elementary geometric knowledge of second grade primary school pupils merely correspond to the level of five year old children, therefore, the educational department concerned should pay great attention to this phenomenon.

**Key words** elementary geometric knowledge, double standards, inner-category interference, outer-category interference, distinguish, confirmation.