

# 4—9岁儿童建构相等和相差概念的 实验的设计思想

张梅玲 卢 韦

(中国科学院心理研究所)

**【摘要】**本实验设计是“萌发小学生辩证思维”实验的一部分。作者认为应在动态中研究儿童的心理发展；数学思维能力是一种特殊能力。因此采用横断法，初步测定出4—9岁儿童建构相等和相差概念的一般发展趋势，再从被试中抽取实验班的8岁组作为一个横断面来作对比性测查，以检验实验教材的知识结构对儿童数学思维的促进作用。这种心理学临床测查和小学教学教改实验相结合的方法是科研和教改相结合的初步尝试。

数的相等和相差关系的建构过程实际上是二个或三个集合的比较过程。在这一建构过程中，儿童可以用不同的策略使二个或三个集合相等或相差。儿童所采用的不同策略是反映儿童的认知发展水平的。4—9岁儿童是各种概念形成的重要时期，因此，对4—9岁儿童建构相等和相差概念的特点的探索是研究儿童思维发展，尤其是探索儿童思维如何从绝对地加或减发展到相对地加或减的较好途径。

实验被试为4—9岁儿童210名，除8岁组60名（实验班和对比班各30名）外，其它各年龄组各30名。

实验采用系统教学实验和临床个别测查（学生操作和口头报告）与书面问卷相结合的方法。

在实验设计方面主要考虑了以下三个方面：

## 一、测查题的层次性

一般说来，儿童的数学概念是随着其年龄的成长和知识的逐步掌握而产生和发展的。这就是说，儿童对数学概念的掌握有一个发生和发展的过程。儿童对某一数学概念的掌握又呈现出不同的层次。在不同的层次中，感知、表象、概念这三种认知成份，一方面各自在不同的认知过程中起着主导作用，因此儿童对来自客体的输入信息的加工过程是不同的；另一方

• 本实验是在北京北师大幼儿园、北礼士路一小、实验二小进行的。北京师范大学学前教育专业研究生姜瑾参加了4岁和5岁组幼儿的测查。北京西城区刘玉兰、杨绍波、林纳、吴正洁、韩淑芳、孙丽华、冯虹等老师参加了6、7、8、9岁组儿童的测查。本实验还得到了实验班和对比班老师们的支持和协助，特此一并致谢。

面,各种认知成份本身又各自发生着变化,经历着不同的从低到高的发展过程。例如,要儿童掌握一个抽象的数3,应先让儿童看三朵花、三本书或动手数实物,然后让他看三个三角形、三个圆。虽然这里的主导的成份都是感知成份,但感知过程本身是逐步抽象的。儿童掌握数学概念的规律和特点决定了儿童建构某种数学概念的过程的特点和规律。因此,测查题的内容一定要从不同的角度体现其层次性。层次性的难易度的排列,可以根据研究者的意图在内容上由易到难或由难到易。本实验按照儿童的思维由感性到理性、由具体动作到抽象概括这一发展过程,安排了五个要求不同的题(见表1)。

表1 4—9岁儿童建构相等和相差概念的测查题

	层 次				
	一	二	三	四	五
内 容	○○○ ○○○○○ 设法使二行棋子的数相等	○○○ ○○○○○ ○○○○○○○ 设法使三行棋子的数相等	○○○○○ ○○○○○ 设法使二行棋子的数相差2	小红和小华各有一盒糖块,每盒的数量相等,现在小红给小华1块,想一想小华现在比小红多几块糖?	如小红给小华2块,小华多几块,给3块,小华多几块…你能找到有什么规律吗?
要 求	具体操作	具体操作	具体操作	口头回答	口头回答
目 的	从儿童所用的策略来考察儿童在解决此问题时的思维水平	这一题仅在数量上稍有增多,目的是考察儿童在使三行棋子相等时所用的策略	考察儿童使相等的二行相差2时所使用的策略,并考察解决这一问题和解决前二个问题的关系	在这个层次上,儿童的思维会发生一个质的变化,即从具体操作转到口头回答。一方面要考察儿童的思维发展,另一方面要验证儿童对在解决前三个问题时所使用的策略的理解程度	考察儿童到哪个年龄能达到这一抽象概括层次,并考察儿童在达到这一高层次过程中的一些亚阶段

这五个层次的测查题本身就说明,儿童在建构相等和相差概念的过程中是如何从具体形象的动作思维向抽象概括的逻辑思维过渡的。测查的结果表明,4—9岁儿童在解决前三个操作题时基本上是采用单项加、单项减和移动二行或三行的棋子这种办法使二行或三行相等或相差几的。儿童使用这三种策略本身就意味着他们具有不同的思维水平。毫无疑问,单项的“加”或“减”的策略是通过改变二组集合中一组的数目来进行建构的。皮亚杰把这种加和减称为绝对的加和减。这种方法比较简单。而用移动二行或三行棋子来达到相等或相差的目的,则要通过调整二组或三组集合的数目来进行建构。这就是我们所说的协调二个或三个集合的内部数量关系。一行棋子的移动蕴涵着另一行棋子将发生的变化。因此我们可以说,如果儿童能用移动棋子使二行或三行的数相等或相差几,那他在解决这个问题时已有了初步的相对性。第4、5层次的题要求儿童脱离实物而操作,通过思维来抽象地建构相等和相差关系。这样的问题避开了实物操作的盲目性和直观性。这实际上是一个检验儿童在具体操作中所表现出来的水平的过程。测查过果,4、5、6岁儿童基本上不能解决这两个问题,即

使有一小部分儿童在前三题中能使用“移动”棋子的策略，但到第四题时仍不能正确地解决问题。这表明儿童在前面采用“移动”策略时并没有真正理解一行的 $+n$ ，同时蕴涵着另一行的 $-n$ 这种双倍差的关系，而仅仅从棋子的空间排列上来进行建构，因而带有盲目性和尝试性。表2是4—9岁儿童在解决1—3问题时所采用的策略的百分率。

表2 4—9岁儿童运用不同解题策略百分率的比较

年龄	单项加	单项减	移动
4	90.4	7	3
5	73.8	20	6
6	37.7	20	28.9
7	24.4	20.3	39.8
8	14.7	21.8	58.9
9	12.3	7.4	59.2

从表2可以看出，4、5岁儿童首次大多数都从外面盒中拿取二个棋子来补少的一行，他们基本上不会采用在二行或三行间作内部移动的策略。7岁的儿童也只有39.8%能用这种移动的策略。8、9岁的儿童半数以上已开始能采用这种策略。这一调查结果表明，不同年龄的儿童在解决同一问题时所使用的不同策略，反映了他们的思维水平从具体形象向抽象概括发展的过程。

从图1我们可以看出，在解第三题时能采用移动的策略使二行相差2的儿童，还是不能正确解决第四题。这说明儿童能在具体操作水平上采用“移动”策略，并不等于他们已具有双倍差的概念。这种不一致性虽然随着年龄的增长而有所克服，但正确解决这三题的人次仍有差异。如8岁组能用“移动”

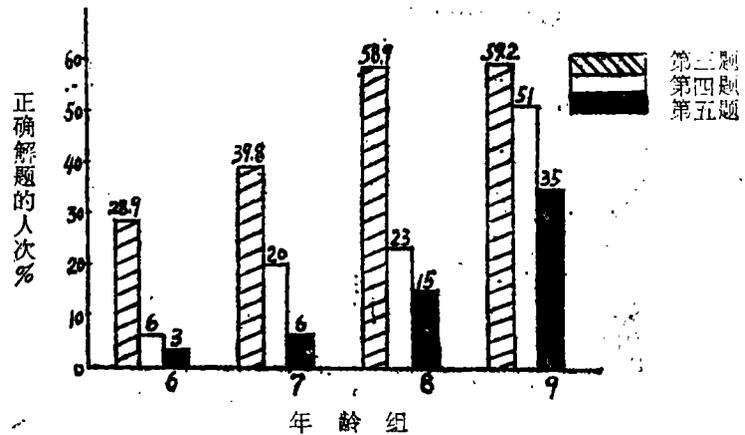
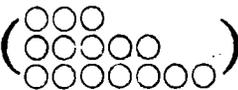


图1 6—9岁组正确解题的人次比较

策略解决第三题的占58.9%，而解决第四、五题的则分别占23%和15%。这说明这几个题的设计确实考虑到了儿童在认知水平和知识难易度上的差异。皮亚杰指出，儿童相等和相差概念的建构过程要经过以下五个发展阶段：1、4岁左右的儿童只会操作相等的数，而不会使两个不同的数相等。这时的儿童只有相等的幻觉（从甲行中移一个到乙行，又从乙行中移一个到甲行）和假蕴涵现象，即给二个不等量同时加上或减去一个等量，如同时给6和4加上1，使之成为7和5。2、儿童开始意识到加、减的互相作用，但还只能借助于外界的物体在单项上加或单项上减，这被称之为绝对加、减法。3、儿童开始理解蕴涵关系，但要依靠数数，而不会进行辩证的综合。4、儿童开始理解 $X=2n$ 的双倍差规律，即开始掌握相对加、减法，即开始认识到对立面的同一性，开始理解转移的运算同时是加又是减这一事实。结果这个 $+n$ 和这个 $-n$ 就被体现在那个被移动的 $n$ 之中了。这时儿童就开始产生辩证的综合过程。5、儿童开始产生连续的“超越”，即能进行二次性的移动分配。

从实验结果还可以看出，儿童在解决上列问题过程中，不仅使用加、减和移动这三种策略，而且在使用每种策略方面还表现出三个不同的水平：感知排列水平、数数计算水平和抽

象概念水平。年幼儿童大多数处在感知排列水平，但也有从计算出发的。例如被试A（5

岁，男），他做第二题（）时，边从外面盒中取棋子边说：“原来不一样

多，这排再加上2个，这排再加上4个，就都是7个了。”再如被试B（6岁，女），从她做第一题的操作来看，她用的是移动的策略，但这并不是由于她理解了 $+n$ 和 $-n$ 之间的蕴涵关系，她仅仅是从计算入手。她说：“这排是5个，这排是3个， $5-1=4$ ， $3+1=4$ 就都是4个，一样多了。”对第五题的建构，从实验结果来看，儿童在建立起 $X=2n$ 这个概念过程中还需要经过一些亚阶段。例如被试C（6岁，女），她听了主试向她发问（第四题）后，带着迷惑不解的表情问：“老师，小红、小华原来到底有几块糖呀？”“几块都行，只要小红、小华一样多就行。”于是她高兴地说：“那就5块吧！”接着她说：“小红原来有5块，给小华1块，还剩4块；小华原来有5块，加上1块就有6块。 $6-4=2$ ，小华比小红多了2块。”对第五题，一个8岁的被试回答说：“小红给小华1、2、3，小华就多2、4、6。”看来，他还不能抽象出小华多的块数是小红给的块数乘以2（即 $X=2n$ ）。以上这些事例中可以看出，儿童建构一个概念是一个很复杂的过程。我们在研究儿童建构这些概念的过程时，只有较好地设计出能反映儿童认知发展水平和概念本身发展过程的层次性的题，才能较好地探索儿童某些概念的建构过程及其规律，才能更有依据地提出如何在这方面促进儿童智能发展的条件和方法。

## 二、编制儿童数学思维发展的测验量表

数学思维属于一种特殊能力。它主要是儿童对数和形的概括和推理能力，也就是对数量关系（包括对抽象符号）和空间关系的概括和推理能力；它还包括可逆、互补、补偿、函数、对应、转换等数学思考方法。那末，要测查儿童在某一方面的数学概念和能力的水平，常靠一般的智力量表就不够了，还应在实践中编制出考察儿童掌握某一方面概念的参考性量表。因此，在这个实验设计中，实验者先采用横断法初步制订出4—9岁儿童建构相等和相差概念的一般发展趋势，再从被测查的儿童中抽取实验班的8岁组作为一个横断面来作对比性测查（与同年级和高一个年级儿童对比），以便检验实验教材\*的知识结构对儿童数学思维的促进作用。例如，从对解第三题的理由阐述上看，能理解从一行中移走一个加到另一行时，二行就相差2的儿童，在8岁组实验班占21.6%，在同年龄对比班只有5%，而在高一个年级的9岁组也只有29.6%。再如，解第五题时能找出双倍差规律的儿童，在实验班占35%，在同年级对比班占17%，在高一个年级的9岁组占37%。毫无疑问，实验班学生解决这些问题的能力已超过同龄儿童，并接近比他们高一个年级的9岁儿童。这也初步表明，实验教材确实对儿童这方面的数学思维发展起到了促进作用。这就使我们的教学工作不再被动地去适应儿童的年龄阶段特征，而是主动地去促进儿童智能的发展。

## 三、在动态中研究儿童的心理发展

在动态中研究儿童的心理发展，其含义是要让儿童处于正常的学习环境中，要研究在学

\* 实验班使用的是由中国科学院心理研究所《现代小学数学》实验领导小组编写的《现代小学数学》实验教材。主编为刘静和，副主编为张天孝。

习内容相同、知识结构不同的教学条件下儿童认知结构的发展及其特点。认知心理学的理论之一是,假设人类学习知识并不是一个简单地记录信息的过程,而是学习者利用已有的知识对新信息进行建构的一个主动的过程。因此,儿童原有的认知结构直接关系到他在解决一个问题过程中所采用的策略。我们要使儿童更聪明些,就要使他们具有良好的认知结构,而认知结构的建构又是与知识结构有直接关系的。因此,要研究如何促进和培养儿童的数学思维这个课题,首先要重新建构一个比较科学的知识结构。从1981年起,我们研究小组在以往实验和广泛吸取有经验的老师的意见及学习的基础上,提出用以“1”为基础标准揭示数和数学中部分与整体关系为主线来重新建构现行小学数学的知识内容,编写了油印本实验教材,并开始在黑山北关实验学校作探索性的系统教学实验。实验结果良好。1984年我们又成立了实验协作组,并正式编写出整套实验教材(教材取名为《现代小学数学》,已由科学出版社出版),并在杭州上城区八个班做先行试验。从1985年起,这项实验又扩大到全国二十八个省市。目前该实验在全国约有3000个实验班。这为我们研究工作提供了广阔的实验场所。本实验8岁组的30名儿童就来自该实验教材的实验班。我们认为,采用这种方法来研究儿童的数学思维发展不仅可以使研究工作更深入,而且可以促使研究工作更快地直接为教育实践服务。在动态中研究的另一个含义是,注重研究儿童数学认知结构的建构过程。这就要求我们设计出能有目的地使儿童在建构认知结构中产生矛盾的实验题。本实验的设计在这方面还有欠缺,但是,总的来说,实验材料已经表明以上的设计思想是可行的。

## 中国心理学会发展心理学专业委员会 第三届学术会议在乐山召开

中国心理学会发展心理学专业委员会第三届学术会议于1988年11月1日至5日在四川省乐山市召开。参加本次会议的有正式代表35人,列席代表17人,研究生20人,共72人。

新任专业委员会主任委员朱曼殊教授在开幕词中充分肯定了十年来我国发展心理学的研究成果和在培养教学、科研人才方面作出的贡献,指出发展心理专业委员会率先组织了我国心理学界第一个国际性会议(国际行为发展研究学会(简称ISSBD)北京研讨会),这表明发展心理学界经过十年的不懈努力,改变了言必称美苏的局面,并开始走上世界。同时,她也指出,我国发展心理学与世界水平相比,在毕生研究、社会化研究、跨学科研究、研究方法、理论提高以及理论联系实际等方面存在不足,需要我国发展心理工作者作更大的努力。开幕式上,大会对潘菽教授和原发展心理专业委员会主任委员刘范教授的逝世表示沉痛的哀悼,并组织了对刘范教授的悼念活动。

会议共收到论文89篇,其中35篇分别在六个分组学术会议上宣读。令人注目的是,此次会议有关儿童社会化发展的论文数量有了明显增加,说明了对这方面研究的重视,但大家一致认为,社会化的研究必须以我国的国情为基础并注意研究方法。与会者还对社会上出现的儿童心理测验工作中某些不严肃现象表示极大关注,呼吁心理学工作者应为维护儿童心理测验工作的科学性作出努力。会议还组织了儿童认知发展和儿童社会化、个性发展的专题讨论。

参加会议的同志普遍认为这次学术会议有三个特点:首先,会议保持并发扬了畅所欲言、团结合作的民主气氛;其次,论文的数量增加并在研究的广度、深度和研究设计方法上都有所提高。第三,中青年同志发挥了积极的作用,他们思想活跃,勇于提出自己的见解,说明我们心理学事业后继有人。同时,老专家们也对中青年同志予以悉心指导,充分体现了老一辈心理学家对年青一代的关怀和期望。

(本刊编者摘自《中国心理学会发展心理学专业委员会第三届学术会议纪要》)

## English Abstracts

### *Preschoolers' Judgement of Causality by Means of Temporal and Spacial Information (1)*

Fang Fuxi, Fang Ge. Liu Fan

(Institute of Psychology, Academia Sinica)

Preschoolers were shown a series of events of causality, in which one object ran into another. The mechanism of collision was told by the experimenter. The subjects were asked to make an alternative judgement for a cause on the basis of two possible kinds of information, temporal or spacial. The results showed that there rapidly developed in the preschoolers an ability to make judgement on the basis of the time or space of a series of events. The preschoolers were more sensitive to information of time than that of space when making judgements.

### *Principles Underlying the Experimental Design About the Construction of the Concepts of Equality and Difference in Children 4—9 Years Old*

Zhang Meiling, Lu Wei

(Institute of Psychology, Academia Sinica)

This experimental design is a part of the experiment about advancing the children's dialectical thinking. According to the author, the study of children's mental development must be conducted in dynamic and mathematical

thinking is a special ability. Therefore by using the cross-sectioned study, the experimenter formulates a tendency of 4—9 years old children's mathematical thinking development concerning the test items, then selects the group of 8-year-old testees as the transectional group for comparison, so as to verify the role of the experimental textbook's knowledge structure in promoting children's mathematical thinking.

### *Preliminary Study of the Characteristics of Primary School Children's Short-Term Memory Development*

Qian Haufen, et al.

(Anhui Normal University)

In the present study are observed the characteristics of the short-term memory development of primary school children with the help of some items of the WISC—R and clinical memory assessment scale. The results are as follows: 1) the short-term memory ability of primary school children tends to grow with their age increase, and there is a rapid development period at the age of 7—9; 2) to memorize materials with some strategies proves to be more efficient than mechanical memorization. School children of intermediate and higher grades have better memorization, both meaningful and mechanical, than pupils of lower grades do; 3) all the age-groups of