

# 非空间问题中运用空间表征策略的研究综述\*

杨小冬 方格 毕鸿燕 王桂琴

(中科院心理研究所, 北京, 100101)

## 1 前言

非言语表征在正式的学科领域及日常生活中都普遍存在, 图表表征是非言语表征中非常重要的一部分, 而“非空间问题的空间表征”在图表表征中又具有特殊的位置。“非空间问题的空间表征”寻求的是非空间与空间的对应、空间关系对非空间关系的体现, 但如何对应如何体现却不是简单可以顾名思义的。该概念所涉及的问题现象本身似乎并不复杂, 但论及心理加工的内在机制却自有其见深之处。

## 2 何为非空间问题的空间表征

何为非空间问题的空间表征呢? 示下例阐述。

例一: ……电影院前面有一家花店, 花店右边是一个超级市场, 超级市场的对面、电影院的旁边是一所小学, 学校的右边是一家药铺, 药铺的旁边是理发馆……

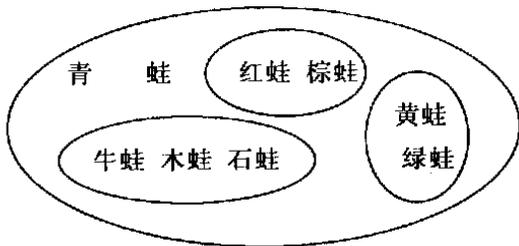
例二: 青蛙的种类很多, 可以从饮食和居住习惯来区分它们。牛蛙、木蛙和石蛙有非常相似的饮食和居住习惯。绿蛙和黄蛙的居住和饮食习惯也十分相似。黄蛙和木蛙的饮食和居住习惯有很多不同之处。棕蛙和红蛙的饮食和居住习惯很相象, 但和它们的青蛙完全不同。

例一描述的是物体的空间位置关系, 是一个很典型的真实物理空间问题, 相对而言, 例二描述的是类属关系, 所表述的信息不存在任何空间线索, 问题

一对例二, 分析可发现: 例一虽没有空间线索, 图一却具有明显的空间属性, 而二者在信息表达上是基本等价的, 因此, 图中的空间关系与所要表述的非空间关系必然存在对应联系。图一中各类蛙所占据的空间区域体现了它们之间的类属关系, 三个小图各自圈定了三块不相交的空间区域, 表示三个不同的类, 同一类的蛙则在同一区域内, 大圈所圈定的空间范围囊括了各种类别, 以表征一个大的类及包含关系。概之, 如图一将非空间问题的信息内容及结构借助一定的空间关系和空间位置编排体现出来即为非空间问题的空间表征。

作为一种常用的方法, 非空间问题的空间表征普见于正式的学科领域及日常生活。一张简单的图表可能因太习以为常而不受重视, 但实践证明建构适当的图表以帮助解决日常事务是一项很有效用的技能。在数学、物理学领域, 如何用非言语方式表征问题以及如何从这类表征中提取信息一直受到特别的重视。

普遍实用显出其重要性, 简单易操作却常常掩盖了其内在的复杂与深刻。因此, 还需从“空间表征”(spatial representation)作进一步的阐释。首先, 鉴于“表征”(representation)一词的多层含义及表征问题上的理论争论<sup>[1]</sup>, 此明确: 作为科学研究的一种现象和技术手段, 本概念中的“表征”指“外在表征”(external representation), 即信息的知觉符号形式而非信息的内在编码即“内在表征”(internal representation)。其次, “空间”这一概念随着研究的深入和细化, 也可分为多个层次。Larkin与Simon<sup>[2]</sup>将人类对空间的研究划分为: (1) 真实空间(real space), 指现实的物理空间, 人类生活的客观环境。(2) 理想空间(idea space), 指几何学中所研究的空间。(3) 人造图表空间(artificial diagrams space), 指二维平面内图表所涉及的空间关系范畴。常见的图表为网络图、矩阵图、层次结构图、曲线图、圈图等。理想



图一

本身与空间无关, 因而可界定为“非空间问题”。图

\* 本研究是国家自然科学基金重点资助项目“儿童认知能力发展与促进的研究”(项目批准号: 39730180)的部分工作。

空间(idea space)一直是几何学研究的对象,往往具有高度抽象、严格数量化的数学特点。在心理学界,过去的大量研究特别是以皮亚杰为代表对儿童认知发展中空间能力的研究主要集中在“真实空间”(real space)方面。因此,一般意义上的空间表征主要指针对真实空间所建构的心理认知地图或外显的图示表征。人造图表空间(artificial diagrams space)体现了个体对空间关系的理解和主动运用。非空间问题的空间表征是将非空间关系类比和映射为空间关系,建构这样一个表征既需要获取人类知识体系中的一般解释惯例又要求创造性的智力活动,因此,这一建构过程极具认知加工特色,颇能反映个体对非空间信息关系及结构的提取加工水平。在研究记忆、问题解决、表征等问题时非空间问题的空间表征显示出它作为一种研究对象及研究手段的重要意义和价值。主要体现在两个方面:(1)作为科研研究的对象,有别于过去所关注的真实空间的表征而从人造图表空间入手,是一种新的尝试。(2)由于非空间的空间表征涉及多种认知能力及深层的认知机制问题,可作为一种新的研究手段以揭示现象背后的本质问题。

### 3 非空间问题空间表征优于言语表征的研究解释

图表表征之所以普遍存在与其在一定情景下的简单有效性密不可分。对此的研究解释由表及里各有所见。

首先,从常用图表的空间特性来看,大多数图表特别是解决日常问题或智力游戏的非正式图表主要以空间拓扑关系来类比或比喻非空间关系。空间拓扑关系包括空间位置间相接、临近、序列、包围和分离的关系。空间拓扑关系往往最能反映问题的核心关系和根本结构,因此图表的一大优点就在于能必然的暴露信息结构关系。而且拓扑关系在弹性变形下仍保持不变,一般的图表建构不需受严格数量和角度的限制,(如本文中图1可有多种变形,但只要基本拓扑关系不变,其空间表征所影射的非空间关系便不受影响)这也为实际运用提供了极大的便利。

Larkin 与 Simon<sup>[2]</sup> 在“为什么一图顶万言”(Why a diagram is (sometimes) worth ten thousand words)一文中从信息加工的搜索(searching)和识别(recognition)过程对空间表征所特有的优势进行了分析。首先,他们认为,言语表征是将信息元素以单系列形式呈现,而空间表征是将信息元素按空间定

位的方式编排。在信息加工的信息搜索阶段,面对言语表征的数据,搜索过程是线性的,为找到满足问题解决条件的信息项,搜索往往要从头至尾覆盖全部数据,搜索时间受数据规模大小的影响,而且所需的信息项在语句表征的项目系列中也许是分散的,有效元素不易被联系起来。在图表表征中,因每个信息项占据一个空间位置,且某一个关系范畴内的信息项总是在一个区域内,若要搜索一个满足问题解决条件的信息项,则在某一个空间区域内进行搜索即可,不需要将整个表征空间都搜索一遍。这种搜索方式在一定程度上提高了搜索的效率和准确性。在信息识别阶段,识别的难易程度主要受表征中内隐的信息和外显的信息是什么的影响,关键信息越外显识别越容易。由于空间表征能把问题的基本关系和结构暴露出来,信息的识别和提取因此变得更为容易。

另外,Novick<sup>[3][4]</sup>等人的研究指出图表简化了复杂的情景,略去了一些不必要的细节,并用广为熟悉的解释惯例把抽象的概念或关系映射成空间位置编排形式,使其更直观、明了。表面上各不相同的问题若用空间表征便能突出重要的共同结构特征或要素,使问题解决者能更深入地把握(看到)不同形式的问题的内在一致性。

## 4 相关研究及启示

### 4.1 表征方式的建立、选择与转换

空间表征在适当的情况下比言语表征对问题解决更有帮助,但不是在所有问题情景下都如此。一般情况下,人们总是用给定的表征形式解决问题,如,问题以文字形式呈现时,问题解决者往往也倾向于用言语方式来解决。只有当给定的表征方式不便于或不利于问题解决,有经验的问题解决者才将它转化为另一种更有效的表征方式。因此,在非空间问题中运用空间表征不可避免地要面对表征选择和表征转化问题。选择不同的表征反映了问题解决者对问题的不同理解和思考(Greeno<sup>[6]</sup>)。表征选择是一个信息分析、关系提炼的认知过程,表征转换、建构一个适当的问题表征方式则是对已有信息数据的再加工、精加工的认知加工过程。

适当的表征把对问题解决最有价值的重要成份和结构关系放到一个突出的位置上,问题的适当表征与问题的成功解决之间存在正相关(Novick & Hmelv<sup>[5]</sup>),表征选择和表征转换成为用空间表征解决非空间问题过程中的关键。在什么情况下空间表

征是一种最适当的方式? 表征转换的认知加工机制怎样? 这些问题是在考察图表表征现象时不可避免的根本性问题, 指向心理黑箱。1994年 Novick 等人曾提出一个表征转换机制模型(a model of representation transfer)<sup>[3]</sup>, 这个模型强调能否成功选择和建构一种适当的表征方式取决于解决问题的综合知识与以往运用某种表征的经验。将非空间表征转化为空间表征的加工不仅仅涉及空间认知能力或言语理解能力, 而是受个体整体认知水平限制的。

另外, Deloache<sup>[7]</sup>指出模型和地图是现实环境的类比, 空间关系对非空间关系的表征实质上也是一种类比或比喻。他从发展的角度引用 Genter<sup>[8]</sup>关于类比推理的理论, 提出儿童建构一个空间表征要具备的前提。首先, 儿童要能认识到一个图表实际上是一个表征。其次, 儿童能认识到两套信息彼此之间存在某种形式上的关系, 并在两套信息之间选择正确的对应方式。关于这方面的研究还有待深入, 但研究者普遍认为它有助于我们进一步认识人类认知结构及其形成和发展。

#### 4.2 运用空间表征策略的性别差异

Rode 与 Stern<sup>[9]</sup>的一项研究表明儿童使用空间表征策略有性别差异。实验让 11 岁、13 岁、15 岁男女对半三组被试解决六个小问题, 问题涉及时间关系、类别关系、相似关系、喜好序列等, 解决这些问题既可用关键词法也可用空间表征法, 但后者更有助于问题解决。研究结果显示在各年龄组中男生都比女生更倾向于使用空间表征策略, 而且这种差异有随年龄的增加而扩大的趋势。如, 在用空间关系来表征相似性这一项, 13 岁组有 18% 的男生和 16% 的女生能自发使用空间表征策略, 15 岁组有 52% 的男生和 32% 的女生能自发使用空间表征策略。即使接受同样的专门指导, 较之女生, 男生中也会有更多的人使用空间表征策略。这方面的研究为考察男女空间能力的性别差异提供了新的启示, 但研究者的主要兴趣在于: 若以此假设男女在数学成绩上的差异与空间策略水平有关, 这种空间能力的训练在实际教学中是否具有积极意义。看来, 研究者更注重此研究对教学的实践价值。

#### 5 小结

从非空间问题的空间表征出发进行的研究, 是研究视野的拓展, 使空间问题的研究从真实空间拓

展到人造图表空间, 将普遍存在却又长期被忽视的现象纳入科学研究领域。在研究深度上不仅仅满足于现象描述, 而是深入到对内在心理机制的探索, 并在更广泛的层面上讨论人类的认知结构发展及认知体系的构建。当然, 心理学界在这方面尚缺少系统深入的研究, 关于空间表征的优越性、内在加工机制的研究目前还主要处于现象分析和假设讨论的水平, 基本上还处于研究的起始阶段; 对于儿童建构非空间问题的空间表征的能力的发展状况, 全面系统的研究还没有展开, 深入研究还有很大的空间。

空间表征策略简单有效、广为运用, 但不是大多数人都能认识到空间表征的重要作用。研究表明教育对空间表征能力有很大影响, 而问题解决者不会使用空间表征策略正反映出他们缺乏系统指导。因此, 这方面的研究对中小学校教育实践在教学内容和方式上有指导意义。

非空间问题中的空间表征对心理学研究和教育实践的意义应受到业内人士的关注, 因此, 我们期待有更多的相关研究充实和深化这方面的认识。

#### 6 参考文献

- 1 Mussen PH. Handbook of Child Psychology (forth editor). Volume ④ 1983: 420—422
- 2 Larkin Jh, Simon HA. Why a diagram is (sometime) worth ten thousand words. *Cognitive Science*, 1987; 11(1): 65—100
- 3 Novick LR, Hmelo CE. Transferring symbolic representations across nonisomorphic problems. *Journal of experimental Psychology: Learning, Memory & Cognition*, 1994; 20(6): 1296—1321
- 4 Novick LR. Representation transfer in problem solving. *Psychological Science*, 1990; 1: 128—132
- 5 Novick LR, Hurley SM, & Francis M. Evidence for abstract schematic knowledge of three spatial diagram representations. *Memory and Cognition*, 1999; 27(2): 288—308
- 6 Greeno JG. Process of understanding in problem solving. *Cognitive theory* (vol. 2 pp. 43—83) Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1977
- 7 Deloache JS. The development of representation in young children. *Advance in Child Development and Behavior*, 1989; 22: 1—39
- 8 Genter D. Structure-mapping: a theoretical framework for analogy. *Cognitive science*, 1983; 7: 155—170
- 9 Rode C, Stern E. (manuscript). Children's use of space in nonspatial problems, 1999