



# 中学物理教科书插图类型与知识类型匹配关系研究

吴林涛

(深圳科学高中 广东 深圳 518129)

(收稿日期:2018-03-20)

**摘要:**根据不同类型知识与插图的特点,利用认知心理学相关理论,结合实例分析,探讨了中学物理教科书插图类型与知识类型的匹配关系。

**关键词:**插图类型 知识类型 匹配关系 物理教科书

教科书是教学内容最重要的载体之一<sup>[1]</sup>,而插图是教科书显性结构的重要组成部分,插图的使用合理与否,直接关系到教科书质量的优劣。然而,目前国内对教科书插图的研究还不多,专门针对中学物理教科书插图的研究更是凤毛麟角。这在一定程度上造成了物理教科书插图编制理论依据的缺失,影响了中学物理教科书插图的质量。插图类型与知识类型的匹配关系是影响教科书插图效应的一个重要方面。对中学物理教科书中插图类型与知识类型的匹配关系进行研究,探索插图类型与知识类型的合理匹配关系,可以为中学物理教科书的插图编制提供必要的理论依据,从而有利于提高插图乃至教科书的质量。

插图的分类方式有很多种,以插图功能为分类标准的方式最能体现插图的内在联系,因而最受重视。莱文等人关于插图功能的观点<sup>[2]</sup>最具代表性,而梅耶对插图的功能分类<sup>[3]</sup>也有很大的影响力。结合两人的观点,中学物理教科书插图可以分为以下5种类型:

(1) 装饰性插图 —— 与教学内容没有直接关系,但可以吸引学生的注意,激发学习兴趣;

(2) 表征性插图 —— 描述一个单独的成分,与知识内容具有一定的关联性或一致性;

(3) 组织性插图 —— 描述事物之间的相互关系,或说明某个过程中的各个步骤等等;

(4) 理解性插图 —— 以类推、比喻的图解方式来解说抽象的或较难懂的知识内容;

(5) 转换性插图 —— 把教学的信息变换成具体的插图,它可以独立的表征某一完整的知识内容。知识也有不同的分类方式,安德森修订后的布鲁姆教育目标分类学对知识的分类方式,目前在国际上最具权威。

根据布鲁姆教育目标分类学的知识维度,教科书中的知识可分为4个类型<sup>[4]</sup>:

(1) 事实性知识 —— 学习者在掌握某一学科或解决问题时必须知道的基本要素;

(2) 概念性知识 —— 某个整体结构中发挥共同作用的各基本要素之间的关系;

(3) 程序性知识 —— 如何做事的知识,探究的方法,运用技能的准则,算法、技巧和方法的知识;

(4) 元认知知识 —— 关于一般的认知知识和自我认知的知识。

在中学物理教科书中,不同类型的知识适合用不同类型的插图进行表征,插图类型与知识类型匹配合理有利于提高教科书的整体质量。

## 1 事实性知识与插图

在中学物理教科书中,事实性知识主要体现为各种物理量的符号(如电流的符号为  $I$ )、单位及其符号(如力的单位为牛,符号为  $N$ )、一些重要参数的数值(如重力加速度  $g$  的值为  $9.8 \text{ m/s}^2$ )、科学家名字及科学事实(如伦琴发现了  $X$  射线)等。这些信息往往可以从一个更大的情境中分离出来。事实性知识一般比较零碎具体,却很重要,是学生进一步学习

的基础。

这类知识的特点是分散的、孤立的内容元素,对于这类知识的学习,学生的主要认知任务是记忆。梅耶的多媒体学习生成理论认为,同时呈现相关的文字和插图能够促进学习者记忆<sup>[3]</sup>。而表征性插图与文字描述具有关联性或一致性,能够描述一个单独的内容成分。恰当的表征性插图能够将相应的事实性知识以图像的形式恰如其分地反映在学生的头脑中,有助于启动学生的形象思维,形成图像思维模型,从而有利于学生对事实性知识的记忆。装饰性插图与知识内容无关,不可能对事实性知识的记忆起作用。因为事实性知识不涉及事物的相互关系和变化过程,故组织性插图也无能为力。事实性知识的表征一般都可以直接描述,所以也没必要借助理解性插图和转换性插图。因此,如果要利用插图对事实性插图进行表征的话,表征性插图最合适。

## 2 概念性知识与插图

概念性知识在中学物理教科书中主要包括:物质的分类(如能量的分类)、物理概念(如加速度的概念)、定律与定理(如牛顿定律、动能定理)、其他原理性知识(如加速度方向与速度方向的关系)、结构与模型(如原子结构)等。概念性知识在中学物理教科书中占有绝对的篇幅和地位,构成了中学物理教科书知识内容的主体。

概念性知识强调的是各成分之间的相互关系,是较大的、更有组织的整体知识<sup>[4]</sup>。物质的分类反映的是物质之间相互包含和分门别类的关系;物理概念多数是通过下定义得到的,往往包含了不同要素的相互关系,如加速度的概念反映的是速度的变化和时间的比例关系;定律与定理及其他原理性知识描述的是若干概念之间的关系,如牛顿第二定律描述的是加速度与力和质量三者之间的关系;结构与模型描述的是物体内部结构要素之间的关系,如原子核式结构模型描述了原子内部原子核和电子在整个原子中的位置关系、大小比例关系等。

装饰性插图与知识内容无关,表征性插图只描述一个单独的内容成分,不能描述各成分的相互关系,所以这两类插图都不能很好的表征概念性知识。梅耶的多媒体学习生成理论认为,有意义学习包含选择、组织和整合3个过程。装饰性插图对这3个过

程都没有影响,表征性插图只影响选择过程<sup>[3]</sup>。故从学生学习的角度看,这两类插图也不能帮助学生整合有用信息和建立有效的心理模型,不能促进学生建构自身的知识结构,从而无法帮助学生对概念性知识进行有意义学习。

组织性插图强调系统中各要素的关系或其程序与步骤,而概念性知识也强调各成分的相互关系,于是组织性插图能够较好的表征概念性知识。概念性知识的学习强调形成有组织的知识结构,需要建立起知识的图式和心理模型<sup>[5]</sup>。梅耶的多媒体学习生成理论认为组织性插图影响有意义学习的全部过程,能够帮助学生选择、组织和整合有用信息<sup>[3]</sup>,理清概念性知识中各要素的关系,建立有效的心理模型,在理解的基础上建构自身的知识结构。例如,在“加速度方向与速度方向的关系”这一知识内容中设置两幅插图,利用不同颜色的有向线段分别描述一辆小车在速度增加和减小的情况下加速度方向与速度方向的关系。这样,加速度方向与速度方向的关系便通过不同颜色的有向线段直观明了地呈现给学生,直接进入学生的认知系统,这无疑会使学生更易于建立有效的心理模型,完成该知识的建构。

建构主义学习理论强调学生原有的经验和知识结构,新知识的学习要以学生原有的知识经验为生长点,从原有的知识经验“生长”出新的知识经验,建构新的知识结构。概念性知识包含要素间各种关系,有时候这种关系复杂而抽象,用直接表征的方式非常难懂。这时若用理解性插图帮助学生理解,效果就会非常显著。理解性插图采取类推、比喻的方式,可以在相似之处利用具体事物作为模拟,对抽象复杂的原理或概念进行表征,帮助学生建立心理模型,使学生对陌生抽象的原理或概念理解为较为熟悉的具体形式的知识,从而建构到自己的知识结构中去。比如,对于“气体压强的微观意义”这一知识内容,设置一幅“密集雨点打击雨伞”的插图,就可以使“大量气体分子碰撞容器壁”这一学生相对陌生抽象的现象转化为“密集雨点打击雨伞”这一相对熟悉具体的现象,从而更容易整合到学生原有的知识结构中去,促进学生对“气体压强的微观意义”这一知识内容的理解。

有些抽象的概念性知识难以用文字表征清楚,还有些概念性知识直接用插图表征比用文字表征更

加快捷明了,此时就需要把教学的信息直接变换成具体的插图.转换性插图正好能解决这一难题.转换性插图可以独立表征知识,把抽象的知识转换成具体的图像,以图像的形式进入学生的认知系统,生成图像思维模型,并整合到学生原有的知识结构中,从而加强学生的理解,更有利于记忆.比如,对于中学生来说,“原子的能级结构”是个很抽象的内容,文字表征很难让学生理解,但如果利用一幅“氢原子的能级图”,就能够将氢原子的能级结构完整而清晰地呈现给学生,便于学生理解.又如,若要对能量进行分类,利用文字表述可能显得繁琐,但若利用一幅能量分类的树状图,各类能量之间分门别类的关系便一目了然,显然更便于学生理解和记忆.

### 3 程序性知识与插图

程序性知识在中学物理教科书中主要包括实验操作流程、机械仪器的工作原理、例题等.程序性知识强调的是“如何做”,通常以一系列要遵循的步骤的形式出现<sup>[4]</sup>.实验操作流程反映的是实验如何操作的步骤,如打点计时器的使用方法;机械仪器的工作原理反映的是机械仪器如何运作的程序和过程,如四冲程内燃机的工作过程;例题反映的往往是运用相应原理解题的一般步骤,如在“欧姆定律”一节中设置一道例题,揭示运用“欧姆定律”解题的一般步骤.

梅耶的研究表明,利用一组连续插图来描述因果系统中的逐步变化,可以帮助学生构建心理模型,促进有意义学习<sup>[6]</sup>.组织性插图能够揭示系统的工作原理,说明其程序或步骤,因而能够很好地表征程序性知识.当组织性插图被用来表征程序性知识时,往往以组合图的形式出现,即以一组连续的插图来表征一系列的步骤.例如,在“四冲程内燃机的工作原理”这一知识内容中,设置4幅连续的插图,分别对应内燃机的吸气冲程、压缩冲程、做功冲程和排气冲程,就可以把内燃机整个工作过程连贯地呈现给学生,促进学生的理解.而表征性插图只描述单个内容成分,有时也会对学生学习程序性知识的单个具体步骤有所帮助,但不利于整个过程的融会贯通和对各个步骤间关系的理解.所以,组织性插图是表征程序性知识最有效的插图.

### 4 元认知知识与插图

元认知知识是有关认知的知识,目前国内外的中学物理教科书中都很少有体现这类知识的内容.元认知知识并不能简单的从书本上获得,它涉及学习策略、对学习任务及自身认知特点的认识等内容,需要学生长期的积累.元认知知识强调策略性,以及对认知情境和自身的认识.组织性插图具备一定的逻辑性和层次感,对学生形成逻辑思维、建构元认知知识具有一定的帮助.

通过上面的讨论可知,不同类型的知识适合用不同类型的插图来表征:

(1) 事实性知识适合用表征性插图表征;

(2) 概念性知识用组织性插图表征最恰当,对于一些抽象难懂的概念性知识,用理解性插图和转换性插图进行表征会起到很好的效果;

(3) 程序性知识用组织性插图表征最有效;

(4) 元认知知识的表征可以从组织性插图获得一定的帮助.另外,装饰性插图仅起激发兴趣的作用,与知识内容没有直接联系,不宜使用过多,否则会起到干扰学习的反作用.

### 参考文献

- 1 宋振韶. 教科书插图的认知心理学研究. 北京师范大学学报(社会科学版), 2005(6): 22 ~ 26
- 2 Levin, J. R., Anglin, G. J., & Carney, R. N. On empirically validation functions of pictures in prose. In Houghton, H. A. & Willows, D. M. (Eds.). The psychology of illustration, Volume 1: Basic Research. New York: Springer-Verlag. 1987. 51 ~ 86
- 3 Mayer, R. E. Multimedia Learning. New York: Cambridge University Press, 2001. 41 ~ 62, 69, 76 ~ 78,
- 4 L. W. 安德森等著. 学习、教学和评估的分类学——布鲁姆教育目标分类学修订版. 皮连生, 译. 上海: 华东师范大学出版社, 2008. 35 ~ 55
- 5 张贺华. 3~6年级科学教科书插图的研究. 上海: 华东师范大学, 2010. 12
- 6 Mayer, R. E. & K. Steinhoff. A Generative Theory of Textbook Design: Using Annotated Illustrations to Foster Meaningful Learning of Science Text. Educational Technology Research and Development, 1995, 43(1): 31 ~ 43