

科学模型的潜科学分类及其意义

叶红波

科学模型是现实系统的描述、模仿或抽象。现代科学中,模型有多种形式,人们从不同角度对科学模型进行了分类。按照表示原型运动状态的性质,模型可分为动态模型和静态模型;按照其抽象程度,模型可分为形象模型、模拟模型、数学模型三种类型;此外,根据模型与原型关系的性质及代替原型的方式,模型还可分为抽象模型和具体模型,等等。本文拟从潜科学的角度对科学模型加以分类,并进而探讨科学模型在科学由“潜”到“显”演化中的意义。

1 科学模型的潜科学分类

从潜科学角度对科学模型是否带有假说性质,可将其相对划分为显科学模型和潜科学模型两种基本类型。

1.1 常规科学中的科学模型——显科学模型

常规科学领域中,有许多概念、原理是建立在科学模型的基础上的。这些科学模型虽然是对原型的描述、模仿或抽象,却反映了事物某方面的本质属性,在其特定的条件下,它是真理,是构筑常规理论大厦的基石。这些被纳入常规科学理论之中的科学模型,就是显科学模型。

许多抽象程度很强的科学模型,如理想模型、数学模型、结构模型,虽然它们距具体的事物较远,很容易被认为是不成熟的科学胚胎形式,但只要其结论或预见经实践检验为正确,不再有假说的性质,可以或已被纳入常规科学理论之中,我们就可以认为其为显科学模型。

物理学中的质点、刚体、点电荷、理想气体、理想流体等等,都是通过人们思维塑造的、现实中并不存在的、高度抽象的理想化模型。它们忽略了事物无关紧要的方面,突出了事物的主要矛盾,简化了问题,成为经典物理学的基本概念。这些被用来构筑经典物理学大厦的理想模型,就是显科学模型。

广泛应用于自然科学、社会科学中的一些数学模型,虽是对原型的高度抽象,却在数量关系方面反映了原型的本质特征,并在实际问题中得到了证实,它们也是显科学模型。如:用放射性同位素来确定古文物的年代,人们构造了一个简单的微分方程: $dN/dt = -\lambda N$ 。式中: N ——年代; λ ——同位素的衰期; t ——试验时间。测得各数据,经过数学运算,根据计算结果,即可确定古文物的年代。这种能有效地解决实际问题,经受住实践检验的数学模型就是显科学模型。国民经济中,用于推算经济各部门投入和产出的数学模型 $Ax + y = x$, 式中 x ——总产量; y ——最终产品; A ——直接消耗系数矩阵,由一定时期生产和管理水平决定。

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} = y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} \quad A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & \cdots & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & & & \\ a_{n1} & \cdots & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

令 I 为单位矩阵,则方程解为 $x = (I - A)^{-1}y$ 。这一数学模型已在实践中得到了广泛的应用,并且取得了令人满意的效果,在社会主义建设中有效地发挥着作用。这一数学模型由于其在数量

关系方面反映了国民经济投入产出的规律,因此也是显科学模型。

一些结构模型,如:经典化学中广泛采用的分子模型,曾有效地促进了化学理论和实践的发展。在分子模型中氯化氢被表示:Hcl 或 H-cl;氢气,表示为:H₂ 或 H-H;有机化合物甲烷被表示为 CH₄ 等等。这些分子模型从化学方面反映了分子的本质属性。日本化学家细矢治夫和丸山有成曾认为经典化学理论是以化学结构式这种模型为中心发展起来的。因而可以说经典的分子模型是经典化学理论的基石。在经典化学领域中,它们也是显科学模型。

1.2 潜科学形态的科学模型——潜科学模型

潜科学是指孕育中的科学思想或者是处于待显阶段的科学成果。潜科学的形态是多种多样的,其中科学模型是其基本形态之一。

当科学模型带有假说的性质,其结论或预见有待于实践的进一步检验,不能被纳入到常规科学理论之中时,这样的科学模型,就是潜科学模型。下面我们仍旧从人们提出的一些结构模型、理想模型、数学模型中寻找这方面的例证。

物理学中人们提出了许多关于基本粒子内部结构的科学模型。如:坂田模型、八重态模型、夸克模型、层子模型等等。这些模型既带有一定的科学性,又有某些假定性,目前仍有待于新的科学发现以及实验手段的更新去做进一步的验证。因此,它们仍处于假说阶段。这些科学模型就是潜科学模型。

二十世纪以来,人们提出许多宇宙模型,如:爱国斯坦的静态有限无界宇宙模型,荷兰人提出的虚空膨胀宇宙模型,后又有非虚空膨胀宇宙模型、热大爆炸宇宙模型等等。这些宇宙模型只是人们对宇宙所构想出的形形色色的假说,都未得到充分的科学事实证据,因而仍处于科学胚胎阶段,是潜科学模型。

此外,一些数学模型、理想模型,尚需通过实践的不断检验,进行多次修正和完善,因而目前仍被作为假说,被划入潜科学模型之列。如:化学家、生物学家、数学家共同提出的生物钟的数学模型:

$$x=N-\text{INT}(N/23)\times 23$$

$$y=N-\text{INT}(N/28)\times 28$$

$$Z=N-\text{INT}(N/33)\times 33$$

式中: x ——体力周期余数; y ——情绪周期余数; Z ——智力周期余数; $N=365\times A\pm B+C$, A ——预测年与出生日之差; B ——本年生日到预测日总天数; C ——出生以来的总闰年数 $C=A/4$ 所得的所有整数个数; INT ——节律函数。这种计算带有理想化,虽在一定程度上与事实有较好的符合,但仍有待于在实践中不断地进行修正和完善,使其结果更加趋近于事实。因而这一生物钟的数学模型仍为潜科学模型。

值得注意的是:科学的“潜”、“显”之分是带有相对性的。随着科学的发展,实践水平的提高,目前的显科学也许对于将来更加完善的科学,就变成了潜科学,那么作为其基本形态的科学模型也将由“显”变为“潜”,进而再由“潜”演化到“显”。因此科学模型的“潜”、“显”之分是带有相对性的,在一定条件下相互转化。

2 科学模型在科学由“潜”到“显”发展中的意义

由于显科学模型在常规科学理论发展中的作用已十分明确,因此,本文将重点探讨潜科学模型在科学由“潜”到“显”这一质的飞跃过程中的重要作用。

2.1 有助于简化科学问题

科学模型的形象化、抽象化特点,决定了它能使所描述的对象获得简化的表述形式,从而使复杂的科学问题得到简化。通过这样的科学模型,人们更容易透过现象,抓住事物的本质,获得科学突破,迅速达到科学由“潜”到“显”的转化。凯库勒苯的结构的发现,就是由于它引入了大环模型,使长期围绕着化学工作者的苯的结构这一难题得到简化,从而使凯库勒战胜所有同行,提出了苯的环状结构假说,后经凯库勒等人的多次修正,使人们对苯的结构的认识逐渐深入。可以说,是苯环模型对复杂有机物结构问题的简化作用,推动了科学由“潜”向“显”的发展。

2.2 有助于强化对事物本质的认识

科学模型作为现实系统的描述、模仿和抽象,是以事实为基础,以现有的科学理论为指导建立起来的。它的最大特点在于它能突出事物的主要矛盾,忽略无关紧要的因素,帮助人们迅速发现事物的本质,使人们对科学本质的认识得到强化。从而找到科学研究的突破口,达到潜科学向显科学转化的目的。如:关于黑体辐射的能量分布问题,在普朗克以前,一直未能得到令人满意的答案。自从普朗克提出了能量分布的量子化模型后,问题迎刃而解了。因为量子化模型突出了微观粒子能量分布方面的本质特征,把人们的注意力引向了问题的突破口,强化了认识,从而加速了科学显化的进程。

2.3 有助于预测科学发展方向

作为潜科学基本形态的科学模型,具有假说的性质,因而它也具有假说的基本特征,即科学性和假定性。科学性使它探究到事物的本质;假定性使它对事物的描述带有不确定性,是对科学未来的一种假想和预测。因而,科学模型就有了预测科学发展方向的功能。这一功能又推动着科学由“潜”入“显”的发展。十九世纪下半叶,在前人研究的基础上,遗传学家提出了各种不同的粒子遗传模型。达尔文提出了生殖微粒模型;耐格尔提出了细胞种质模型;魏斯曼提出了种质模型;后又有生理单元模型和泛子论等等。所有这些模型的共同点,都认为遗传是一种粒子行为,可以在细胞内研究,研究的对象可以确定为个体特征。这是不同于前人的观点,因而它预测了后来遗传学研究的粒子遗传发展方向。沿着这一方向,一八六五年,孟德尔发现了遗传因子的分离和重组定律。因而,可以说,是上述科学模型的建立,为新的研究指明了发展方向,推动了科学由“潜”到“显”的进程。

2.4 有助于导致新的科学发现

潜科学模型是在大量科学事实基础上产生的。它是一种形象化的推理,同时又包含着合乎逻辑的想象。它把推理和想象有机地融为一体,使思维既有严密性,又富有创造性,因而更易激发科学灵感,导致新的科学发现,从而迅速达到科学由“潜”到“显”的飞跃。

1920年6月,随着物理学的进展,人们对原子核内部结构认识正在不断深入。物理学家卢瑟福分析了大量科学事实,推测出原子核内可能存在一种质量与质子相同的中性粒子,这就是中子。卢瑟福通过严密的科学推理和创造性的想象得到了中子模型。这一大胆的想法很快在卢瑟福的学生查德威克的头脑中激发出灵感的火花。终于在1932年2月,查德威克结合卢瑟福的中子模型和约里奥居里夫妇的新发现,证实了中子的存在,完成了科学史上这一伟大的发现,从而使中子模型进入了显科学之列,完成了科学由“潜”到“显”的转化。

总之,潜科学模型在科学发展的转折关头扮演着重要角色。科学探索的道路是艰难曲折的,在探索中运用模型方法,建立起潜科学模型,并逐步将其修正、完善为显科学模型,从而达到科学由“潜”到“显”的飞跃,是科学探索的一条非常有效的途径。