

## 逻辑能力与数理科学创新小议

我国历届国家领导人都高度重视科技创新,但“我们天天大呼创新和创造,却不问创新和创造从何而来”。每当谈起创新,人们往往只提起专注、投入等品质因素,很少谈到具体的创新方法。笔者在本文中讨论数理科学创新中逻辑方法的作用,以期抛砖引玉。

### 1 数理科学与创新的基本含义

数理科学,亦即传统的“数理化天地生”科学分类里的前2类。当前的看法为:数理科学是自然科学中的基础学科,是当代科学发展的先导和基础。目前数理科学里既有数学、理论物理等纯理论研究,又有各种各样的实验研究。其中的高能物理、核物理、天体物理、高温等离子体物理等是典型的“大科学”。数理科学研究物质深层次结构和运动规律,理论性强,是自然科学的重要基础。

数理科学在自身发展的同时,还为人类文明的进步提供了大量的理论、方法和手段。目前,数理科学与数学与信息科学、生命科学、管理科学、物理学与材料科学、信息科学、化学、天文学与地球科学、力学与工程科学、材料科学、地球科学等均有大量的交叉。数理科学的进步,往往也在很大程度上促进了这些科学的进步。

科技创新是科学发现和技术发明的统称,即发明创造、发现。“发明创造”是一种在破坏或突破旧事物的基础上,构建并产生新事物的活动。“发现”是指经过研究、探索等活动,看到或找到前人没有看到本身就存在的事物或规律。人们一般把科学上的新事实、新理论等的提出称为发现,而把技术上的新器具、新流程等的提出称为发明。

### 2 人类思维能力的类型

思维是客观现实间接的和概括的反映。思维能力常见的分类有:抽象逻辑思维、形象思维、动作思维、直觉、灵感、顿悟等。

抽象逻辑思维是运用概念进行判断、推理的思维活动,是认识事物本质和规律的主要方法。其中的推理方式有:



1) 演绎推理:演绎是从一般性的原理出发,根据某些逻辑规则,推导出特殊性或个别性的知识。2) 归纳推理:归纳是从特殊的或个别的事实出发,概括出一般性的知识。3) 类比推理:类比推理是根据2个或2类对象的属性部分相同,从而推出它们的其他属性也相同。

形象思维和动作思维需要借助表象和动作完成。成人是在抽象思维达到高度发展的水平上运用动作思维和形象思维的,因此它们也具有高度的概括性。人的这几种思维是密切联系、互相渗透的,人在解决问题的过程中经常需要运用各种思维。

此外,直觉、灵感、顿悟也被证实存在,是现在人类认识还不很清楚的思维方式。这类说不清楚的思维,在创新活动中也可以起到很大的作用。

演绎推理不能推导出其前提不包含的知识或信息,具有明显的局限性。远至古希腊的芝诺悖论,近到1931年的哥德尔不完全性定理和1966年的柴廷定理等,都是对演绎推理局限性的明确说明。

### 3 逻辑能力与数理科学创新

“钱学森之问”的思维科学原因,笔者认为中国的教育几乎只训练了对科技创新作用不大的演绎推理。

事实上,给人类数理科学带来新知识的主渠道恰恰是演绎推理以外的其他思维。在现行教育里,对归纳推理介绍很少(只有数学归纳法),介绍类比推理只有德布罗意根据“光的波粒二象性”类比出“粒子的波粒二象性”,而几乎见不到对形象思维、动作思维、直觉、灵感、顿悟等的有意识地训练。于是,缺少重大科技成果就成为

中国现行教育弊端的必然结果。

不妨看看那些高创新人才对思维的看法。

1) 牛顿:没有大胆猜测,就没有重大发现。

2) 高斯:我已经有了结果,但还不知道怎么得到它。

3) 庞加莱:①没有假设,科学家将寸步难行。②逻辑是证明的工具,直觉是发明的工具。逻辑可以告诉我们走这条路或那条路保证不遇见任何障碍,但是它不能告诉我们哪条道路能引导我们到达目的地。为此必须从远处瞭望目标,教导我们瞭望本领的是直觉。没有直觉,数学家就会像这样一个作家,他只会按语法写诗,但是却毫无思想。

4) 爱因斯坦:①想象力比知识更重要。因为知识是有限的,而想象力是无限,它包含了一切,推动着进步,是人类进化的源泉。②真正有价值的是直觉。在探索的道路上智力无甚用处。③创新不是由逻辑思维带来的,尽管最后的产物有赖于一个符合逻辑的结构。

5) 开普勒:我珍惜类胜于任何别的东西,它是最可信的导师,它了解自然界的全部秘密,在几何学中它最不应被忽视。

6) 拉普拉斯:甚至在数学里,发现真理的主要工具也是归纳和类比。

7) 希尔伯特:数学知识终究要依赖于某种类型的直觉洞察力。

简言之,归纳和类比是数理科学创新的主要思维方式,直觉等也有重要的作用。而中国教育主要关注的演绎推理,对创新的作用却是微弱的。

#### 文/杨正伟

**作者简介** 天津大学电气与自动化工程学院,副教授,研究方向:非线性时间序列预测、混沌及其应用。图片为本文作者。

**栏目主持人** 关增建,电子邮箱:guanwj@sju.edu.cn。

(编辑 王丽娜)