

# 科学创造性思维分析

胡卫平<sup>1</sup>, 王保祥<sup>2</sup>

(1. 山西师范大学 课程与教学研究所, 山西 临汾 041004; 2. 晋东南师范专科学校, 山西 长治 046011)

**摘要** 科学创造性思维是思维结果具有新奇性、独创性、目的性和价值性的科学思维活动, 主要包括重新安排、组合已有的科学知识, 创造出新的知识和形象, 以及突破已有的科学知识, 提出崭新的见解、设想、思路、观点等两个方面; 科学创造性思维具有新颖性、灵活性和综合性三个特点; 发散思维和集中思维的辩证统一, 是科学创造性思维的基本方式。

**关键词** 科学; 创造性思维; 特点; 方式

**中图分类号** G40

**文献标识码** A

**文章编号** 1008-6188(2003)04-0080-04

如何培养学生的创造力, 特别是培养理工科学生研究自然科学应具备的科学创造力, 是高等院校实施创新教育中需要首先解决的一个问题。我们认为, 培养学生科学创造力的前提, 是对科学创造力的核心要素——科学创造性思维应有明晰的认识。

## 一、对“科学创造性思维”的界定

由于研究者研究重点不同, 理论依据不同, 研究方法不同, 判断标准不同, 对科学创造性思维的定义也不相同。科学创造性思维是科学思维结果具有新奇性、独创性、目的性和价值性的科学思维活动。首先, 思维的产品必须是新奇和有创见的, 当然, 新奇、独创的标准是相对的, 对于成人和儿童不同, 对于学习科学者和研究科学者也不同; 其次, 思维的产品必须符合科学思维的目的和具有一定的价值。

科学研究中的创造性思维, 是指探求、创造新的科学知识的思维活动, 是开拓人类科学认识新领域, 开创人类科学认识新成果的思维活动, 包括提出新的科学问题、设计新的科学实验、发明新的科学技术、形成新的科学概念、创建新的科学理论、启用新的科学方法、作出新的科学解释等。如牛顿发现万有引力定律, 哥白尼发现天体运动规律, 爱因斯坦创建相对论, 德布罗意提出物质波假说, 门捷列夫构想化学元素周期表, 达尔文创立生物进化论等都是科学创造性活动, 所有这些活动中的思维均为科学创造性思维。

### 1. 重新安排、组合已有的科学知识, 创造出新的知识和形象

对已有科学知识的综合是一种科学创造性思维活动, 如牛顿建立万有引力的学说是科学史上划时代的创造, 而这一

学说正是综合了以前科学家关于行星绕日、月球绕地、物体落地等许多各不相干的知识, 概括成为万有引力定律, 从而统一地解释了从天上到地下的一切宏观低速机械运动。麦克斯韦电磁理论的创立也是在综合库仑定律、高斯定理、环路定理、安培定律和法拉第电磁感应定律的基础上, 提出了新概念, 创立了新的数学形式的结果。门捷列夫化学元素周期表也是一种划时代的成就, 它对原子结构理论的建立和对于化学元素本质的理解, 起了决定性的作用, 其建立过程正是门捷列夫在分别考察了所有已发现的化学元素及其特性的基础上, 进行了比较、分类, 终于对所有已知的化学元素进行了综合, 从整体上把握了化学元素以及各种化学元素之间的相互关系。综合实现了由个别向一般的转化, 使原有的对客观世界的认识上升为更深刻、更具有普遍意义的认识。

在研究和学习科学的过程中, 人们常常从新的角度去分析已有的科学知识, 如从宏观角度来看, 温度是处于热平衡的物体所具有的共同的宏观性质, 若我们从微观角度去分析、考察温度, 探索温度的微观本质, 从而得出: 温度是描述大量分子无规则热运动的剧烈程度的物理量。又如对科学概念、科学规律与科学事实间产生丰富的联想, 对科学知识进行合理而有创见的归类, 应用类比、臻美的思维方法理解科学知识和解决科学问题, 解决问题时的一题多变、一题多解等都是重新安排、组合已有的科学知识, 从而创造出新的科学知识或对科学知识产生新的理解的创造性思维活动。

自然科学不同分支间的概念和方法的移植也是一种科学创造性思维活动。如将力学中重力势能的概念移植到电磁学中, 提出电势能和电势的概念; 将物理学中理想模型的方法移植到化学、生物学中; 将电子线路中反馈的概念引入控制论;

\* (收稿日期) 2003-05-13

(作者简介) 胡卫平(1964-), 男, 山西霍州人, 山西师范大学课程与教学研究所所长, 教授, 博士; 王保祥(1962-), 男, 山西湖关人, 晋东南师范专科学校讲师。

将物理学中熵的概念引入生物学和信息论;1953年,英国生物学家克拉克和美国生物学家瓦特森,使用X射线,对各种核酸进行分析,提出了遗传基因DNA即脱氧核糖核酸分子的结构模型,把生物学推进到一个崭新的阶段。据统计,因移植X射线方法促进重大发现、发明而获得诺贝尔奖的,至少有6人。

类比和联想又是一种重新安排已有知识,从而创造新的科学知识的创造性思维方法。如麦克斯韦在汤姆逊的启发下,对法拉第力线、力管进行了深入的研究,他运用类比的方法,把力线看作不可压缩的体的流线,认为这种流线是一种设想的东西,而不是实际的东西,由此他把力线、力管与流体力学的理论作比较,如把正、负电荷比作流体的源和汇,电力线比作流线,电场强度比作流速等,引入一种新的矢量函数来描述电磁场,从而把法拉第的科学思想翻译成数学语言。

### 2. 突破已有的科学知识,提出崭新的见解、设想、思路和观点

提出崭新的见解、设想、思路和观点,突破已有的科学知识,提出科学中尚未有的概念和规律,是科学创造性思维的另一内容。如量子论的创建。普朗克在1900年研究黑体辐射时,首先发现了自然现象中不连续的量子性质,创立了物质辐射(或吸收)的能量只能是某一最小单位(能量量子)的整数倍的假说。原来经典物理学在对宏观物体运动的考察中把能量、动量矩、电磁场等物理量看成是连续变化的,而量子论一反常规,认为自然界普遍存在量子现象,只是在宏观运动中量子化不发生显著影响,而在微观运动中量子效应不能忽略。又如,狭义相对论的创立,对时空概念和时空与物质的关系,提出了一个与经典理论完全不同的观点,而且指出经典理论仅是这种新理论的一个特殊情况,改变了人们分析问题和解决问题的方法以及思维方法。这些事例都说明,从崭新的思路出发,突破已有的理论,提出传统科学根本无法理解的全新理论是科学创造性思维的一个重要方面。

## 二、科学创造性思维的基本特点

### 1. 新颖性

即在思路的选择上、在思考的技巧上、在思维的方法上或者在思维的结论上具有独特之处,具有新的见解、新的突破,具有首创性、开拓性。如回答科学问题,很有道理但与众不同,解答科学习题,方法独特且结果正确。总之,创造性思维是有创见的思维活动,新颖性是创造性思维最基本的特征。

### 2. 灵活性

创造性思维的新颖性决定了思维方式的灵活性。创造性思维虽然也有思维方法和思维程序可循,但对某一具体创造过程来说,并没有固定的模式,也没有固定的逻辑步骤,它可以正向分析,也可以逆思倒推,可以集中思维,也可以发散思维,能从多角度、多方位分析问题,能采用多种方法解决问题,并能随时修正、变更不恰当的方法和思路。创造性思维能力

强的人思路开阔,不受传统的思维、观念、习惯、解释、评价等的束缚,敢于从新的角度去思考,善于抓住问题的多种线索,善于进行类比和运用广泛的知识与经验。

### 3. 综合性

即创造性思维不是一种基本的思维形式,也不是一两种思维形式合作的结果,而是抽象思维、形象思维和直觉思维三种思维形式的综合。一个人在进行创造性思维活动时,可能运用抽象思维,可能运用形象思维,也可能运用直觉思维,但更多的是三种思维形式的综合。

运用抽象思维进行创造性活动的例子很多,例如,亚里斯多德认为重物比轻物下落快,伽得略认为这个观点是错误的。为了驳倒这一错误观点,伽得略机智地采用了演绎推理的抽象思维方法,他指出:如果我们将一重物与一轻物系在一起,令其从高处自由下落,那么这个联合体下落的快慢是一种什么情形呢?按照亚里斯多德的观点,轻物将会影响重物下降的速度,其落地时间将会大于重物下落的时间,但从这一联合体来看,由于它比原来两重物都重,其下落时间比原来重物独自下落时间还短,而这两个结果是相互矛盾的。这个思维过程就属于抽象思维。

创造性思维与形象思维也是密切相关的。在创造性思维过程中,需要理想模型、理想过程、科学现象等典型形象,并使这些典型形象在脑海里活动起来,发生相互作用,就像放映一幅幅动画片一样,在时空中演变发展,并通过对比、概括等,领悟到问题的定性结论。科学创造性思维离不开科学形象,更离不开想像,想像能冲破时间和空间的限制,如伽得略能想像出光滑的平面,爱因斯坦在建立狭义相对论时想像出接近光速的列车,建立广义相对论时想像出弯曲时空,法拉第凭着丰富的想像力,用生动直观的磁力线来刻画磁场。

创造性思维更离不开直觉思维,特别是灵感。人们获取新的知识、创建新的理论、设计新的实验方案,往往需要经过曲折的过程,既有长期的知识的准备、材料的积累,也有短暂时间的突破,灵感在科学创造中起着重大的作用,在科学发展史上,大量的事实表明,许多发明、发现都是长期探索之后,依靠灵感激发解决的。如哥白尼的“日心说”,法拉第的“磁力线”模型、麦克斯韦的电磁理论、爱因斯坦的相对论、门捷列夫的元素周期表、达尔文的生物进化论等都是这样得到的。

总之,创造性思维是对抽象思维、形象思维和直觉思维(特别是灵感)的辩证的和综合的运用,而不是单一的、独立的思维方式。

## 三、科学创造性思维的基本方式

科学创造性思维不是一种基本的思维形式,而是科学抽象思维、科学形象思维和科学直觉思维的综合,由于直觉思维往往是抽象思维和形象思维的结合点,所以,创造性思维活动在直觉思维的酝酿阶段最为集中。在科学创造过程中,一方面按照抽象思维的活动规律不断进行分析、综合、归纳、演绎,

一方面运用形象思维进行多层次地思考,在此基础上对抽象思维的结论进行取舍,一旦达到统一就进入创造性思维集中活动的阶段。所以,科学抽象思维的概念、判断、推理,科学形象思维的具象、概象、意象,科学直觉思维的直觉、灵感都是科学创造性思维的形式,只不过是在运用时,几种形式错综复杂地交叉在一起,形成综合的思维,以致使得科学创造性思维没有固定的程序和格式。但仔细分析,我们还是可以找到一定的综合性的规律和方式。一般认为,科学创造性思维有两种基本方式:发散思维(又称辐射型思维、求异思维、扩散思维)和集中思维(又称辐辏型思维、求同思维、辐集思维),重点是发散思维。科学创造性思维的过程大体上是一个发散思维和集中思维辩证统一的过程。

### 1. 发散思维

发散思维是指以要解决的科学问题为中心,充分发挥想像力,突破原有的知识圈,从一点向四面八方想开去,朝多方向推测、想像、假设的“试探”性思维过程,通过知识、观念、方法的重新组合,找出更多更新的可能答案、设想和解决问题的方法。发散思维大致有如下几种思考方法。

(1) 立体思考。即要求人们跳出点、线、面的限制,能从上、下、左、右、前、后四面八方去思考问题。例如,在解答科学习题时,从已知条件向需求量思考,从需求量向已知条件思考,在思考过程中,注意回忆科学规律和解题方法、技巧,选取适题的科学规律和最佳的解题方法,并借鉴其他学科的观点和方法,这样就构成立体的解题思维。

(2) 多向思考。即要求人们一路又一路地想问题,同一方向上不只想到一个问题、一条路子、一种方法。例如,解答动力学问题,可以用力的方法,即运用牛顿第二定律,也可以用能的方法,即运用动能定理、功能原理或者机械能守恒定律,还可以用动量定理或动量守恒定律。在解决具体问题时,选用哪一种方法,要视已知条件和需求量等来决定。又如,解简谐振动问题,既可以用代数方法,也可以用图线方法,还可采用旋转矢量法和单位圆方法。

(3) 侧向思考。即思考者往往由于某种偶然事件的启示,产生某种相应的联想反应,进而找到一种解决问题的途径和方法。例如,伦琴发现 X 射线,就是由于某种偶然事件的启示。19 世纪末,阴极射线是物理学家普遍关心的对象,许多物理实验室都致力于这个课题的研究,在德国的维尔茨堡大学,伦琴教授也对这个问题感兴趣,他是一位治学严谨、造诣很深的实验物理学家。1885 年 11 月 8 日,他在实验室工作时,一个偶然事件吸引了他的注意,当时,房间一片漆黑,放电管用黑纸包严,他突然发现不超过 1 米远的小桌上有一块亚铂氰化钡做成的荧光屏发出闪光。他很奇怪,就将荧光屏移远继续试验,看到荧光屏的闪光随着放电过程的节拍仍继续出现。他取来各种不同的物品,包括书本、木板、铅片等,放在放电与荧光屏之间,发现各种物品

的效果不一样,有的挡不住,有的能起阻挡作用。显然,从放电管内发出了一种穿透力很强的射线。经过 6 个星期的深入研究,终于确证了这种射线的存在。

(4) 逆向思考。即与通常的思维程序相反的一种思考方式,不是从原因(或条件)来推知结果(或结论),而是从相反的方向展开思路,分析问题,从而得出结论。纵观科学发展史,逆向思考在科学探索中往往孕育着伟大的发现和创新,如物理学家法拉第从电产生磁的现象中受到启示,他反向思考并提出问题:磁能不能产生电呢?经过 10 年的艰辛努力,反复实验,终于发现了电磁感应现象。又如物质波的提出,也是逆向思考的结果。1923 年,德布罗意受到爱因斯坦光子假说的启发,提出了大胆设想:既然光子论把过去认为本质上是波的光加以粒子化,那么,把问题倒过来考虑,过去认为本质上是粒子的东西,是否也具有波动性呢?在此基础上,他提出实物粒子具有波粒二象性的假说。

侧向思考和逆向思考都是换角度思考,它们是科学创造活动中的重要思维方法。

### 2. 集中思维

集中思维是调动各种信息,按照固定的方向和模式解决科学问题,或者以科学问题为中心,从不同的方向和角度指向这个中心的思维方式。集中思维在思维方向上具有定向性、层次性和聚合性,在思维内容上具有求同性和专注性,它是深刻理解科学概念和科学规律、系统科学知识、正确解决科学问题的一种思维方式。集中思维有两种思维形式,即定向思维和聚合思维。

(1) 定向思维。即按照常规习惯沿固定方向,采用一定的模式,分析和解决科学问题的一种思维方法。这种思维具有定向性和层次性,由定向思维所造成的思维的趋向性或专注性称为思维定势,它既具有积极的意义,表现出正迁移作用,即迅速地联想和使用已有的知识、方法、技能和经验来分析和解决问题;也有消极的影响,表现出负迁移作用,即不能从多角度、多方位整体地看问题,特别是在解决一些未曾见过的问题时束手无策。因此,在科学教学中,要注意培养学生分析问题、解决问题的基本方法和模式,同时要克服思维定势的负作用,教给学生具体问题具体分析的思维方法。

(2) 聚合思维。即以某科学问题为中心,从不同方向、不同角度,将思维指向这个中心,就像聚光灯一样,集中指向一个焦点,以达到解决问题的目的。这种思维具有聚合性,它是寻求解题途径的常用的思维方式。遇到一个科学问题,首先要调动大脑中全部知识信息,然后从不同方向和不同角度与科学问题进行联结,找出最优解决方案。

任何科学创造性活动的全过程,都要经过从发散思维到集中思维,再从集中思维到发散思维,多次循环,直到问题被解决,这就是创造性思维的基本方式。

(责任编辑 程铁标)

## An analysis of scientific pioneering thinking

HU Wei - ping<sup>1</sup>, WANG Bao - xiang<sup>2</sup>

(1. Research Institute & Curriculum of Teaching, Shianxi Teachers University, Taiyuan 041004, China;

2. Jindongnan Teachers Collgeg, Shanxi 046011, China)

**Abstract**: Scientific pioneering thinking is characterized by novelty, originality, objective and value. Specifically, it rearranges known scientific knowledge, creates new knowledge and image, breaks through known scientific knowledge and proposes new ideas; moreover, it has the features of flexibility and comprehensiveness. The unity of diverging and concentrating thinking is a basic mode of scientific pioneering thinking.

**Key words**: science; pioneering thinking; characteristic; mode

(上接第 49 页)

### 【参考文献】

- [1] 杨义. 文化冲突与审美选择 [M]. 北京: 人民文学出版社, 1988.
- [2] 鲁迅. 娜拉走后怎样 [A]. 鲁迅全集: 第 1 卷 [C]. 北京: 人民文学出版社, 1980.
- [3] 鲁迅. 论睁了眼看 [A]. 鲁迅全集: 第 1 卷 [C]. 北京: 人民文学出版社, 1980.
- [4] 鲁迅. “圣武” [A]. 鲁迅全集: 第 1 卷 [C]. 北京: 人民文学出版社, 1980.
- [5] 鲁迅. 呐喊·自序 [A]. 鲁迅全集: 第 1 卷 [C]. 北京: 人民文学出版社, 1980.
- [6] 钱理群, 温儒敏, 吴福辉. 中国现代文化三十年 [M]. 北京: 人民大学出版社, 1988.

(责任编辑 程铁标)

## On the cultural connotation of LU Xun 's novels

DENG Zhao-hua

(College of Humanities, Hebei University, Baoding, Hebei 071002, China)

**Abstract**: From the cultural point of view, LU Xun 's novels can be considered aesthetic reflection in the conflict between modern and traditional cultures. LU Xun made a conscious choice in aesthetic judgement and took the form of fiction for his reexamination and criticism of culture. His aesthetic criticism provides a new base for people to rethink about traditional culture, and also makes it possible to turn culture into a new trend. This is the embodiment of rich cultural connotation and cultural value in LU Xun 's novels.

**Key words**: LU Xun 's novels; cultural shock; choice in aesthetic judgement

(上接第 55 页)

## An argument against “extollment” feature in ZHAO Shu-li 's works

SHAO Rui-xia

(Department of Chinese & Literature, Shijiazhuang Teachers College, Shijiazhuang 050801, China)

**Abstract**: In the 1940s, ZHAO Shu-li 's creation was considered the expression of the spirit of the Speech because of. In fact, it was a misunderstanding of him. ZHAO had been adhering to the road of writing for farmers; his works were the result of his independent thinking though in form his works conformed with the Speech. Priority was not given to “extollment” in his works, which could account for his getting into trouble in literary creation after liberation.

**Key word**: ZHAO Shu-li; “extollment”; the speech; the problem novel