

地球科学研究中的创造性思维

刘德长

(核工业北京地质研究院, 国防科技遥感重点实验室, 北京 100029)

摘要:本文通过分析地质发展历史上的某些成就,着重探讨了地球科学研究中创造性思维的8个问题。

关键词:地质发展史; 创造性思维

中图分类号: P90

科学的灵魂是创新。创造性思维是创新的关键。下面就以地质发展史的某些成就为例,谈谈地球科学研究中的创造性思维。

1 旧观念是创造性思维的主要障碍

在地质发展史上,一个令人“奇怪”的事实是引起当代地质学革命的大陆漂移说,它不是由地质学家,而是由一位年青的气象学家—魏格纳提出来的。

实际上,早在魏格纳的大陆漂移说之前,有关大陆漂移的主要论据已被地质学家和古生物学家所注意,可是,“固定论”禁锢了当时地质界的思想,对这些已经发现的证据,未能作出合理的解释。例如地质大师徐士就曾经注意到大西洋两边海岸线的相似性,但他解释为亚特兰提斯大陆的沉没;对南半球各大陆古生物的相似性认为曾有“陆桥相连”^[1]。总之,始终突破不了固定论的框框。

发明生产廉价钢的贝塞麦曾经说过:“比起许多研究同样问题的人,我有一个极大的有利条件,那就是我没有被长期既定的惯例所形成的固定观念束缚思想,造成偏见。我也未受害于认为现有一切都是对的那种观念”。魏格纳在地质领域正是这种没有被固定观念束缚思想造成偏见的人。可见,冲破旧观念的桎梏对科学家的创造性思维是何等的重要!

“固定观念”不是人们头脑固有的。读书可以使人知识渊博,思考问题时左右逢源,易于联想,从而

能激发人的创造性思维,但是,读书也可能给人以“框框”,限制人的创造性思维。孟子说:“尽信书不如无书”;肖伯纳说:“读书使人迂腐”就是这个道理。所以,阅读时要把实际资料与作者对资料的解释区分开来;阅读要与实践相结合。

创造性思维须摆脱传统旧观念的束缚,同时应改变“现有一切都是对的”观念。

地质学史上的几次大论战(18世纪末~19世纪初的水成论与火成论之争;19世纪中期的突变论与渐变论之争;19世纪末~20世纪初的固定论与活动论之争),都是对旧观念的怀疑和不满引起的。纵观地质学的发展历史就可以看出,地质学的发展是在实践的基础上,在不断争论和对旧观念的否定过程中发展起来的。换句话说,没有对旧观念的怀疑和否定就没有地质学的发展。显然,认为现有一切都是对的,不利于科学的发展。因此,在研究中经常保持怀疑的心态,而不是相信一切的心态。当事实与原有的理论发生矛盾时,要勇于突破现成的框框,而不是修改事实。

2 对事物的创造性观察和想象推理是创新的关键

2.1 创造性观察是创新的基础

创造性观察是从深度和广度上超过前人,而更符合于客观实际。在近代地质启蒙时期,水成学派与火成学派论战中,火成论在批驳水成论把玄武岩和花岗岩说成是水成因时作过许多创造性的观察。

收稿日期:2004-11-24.

作者简介:刘德长(1938-),男,研究员,博士生导师,主要从事遥感技术在核资源、核环境和核军事等领域的应用,曾提出并开发了光-能谱集成技术系统,目前正在进行后遥感应用技术研究。

水成学派的代表魏纳,坚持地层中的玄武岩是沉积物经过地下煤层发火而烧成的灰烬,可是得马列在法国中部一个采石场里,发现了黑色的典型玄武岩,他跟着这个玄武岩一步步追索,直至一个火山口,推断玄武岩应是地下岩流。自此 20 年后(1787 年)冰岛炽热玄武岩的大量喷发,证明了得马列观点的正确。这个事实,给了水成论以沉重打击。后来,以郝屯为首的火成论学派又进一步在花岗岩体边缘部分发现有结晶的花岗岩脉插入周围地层之中,他还观察了花岗岩体或脉岩接触的地层,发现往往有很明显的烘烤边,认为花岗岩体是高温熔岩侵入作用的结果。在这些创造性观察的证据面前,水成论终为火成论所信服。

20 世纪 60 年代大陆漂移说的复苏与海底扩张的提出,是建立在人们对大洋新观察基础上的。多少年来,人们用大陆地质概念去类比推理,认为大洋是平坦盆地,地层比大陆地层古老,地质作用不大活跃等。但用现代化仪器,如测震仪、回声探测器、深海钻探等探测的结果,海洋并非原来想象的那样。海底不是古老的,而是年青的,主体由玄武岩组成。海底有中脊,中央有裂谷,并被一系列横向断层所错开。这些新发现都启发人们思考,地壳确有水平位移,以及由此产生的断裂。赫斯在研究了这些资料以后概括出海底扩张的概念。

由此可见,新理论的诞生往往是以新观察和新事实为立据的。所以,“在研究工作中养成良好的观察习惯比拥有大量学术知识更为重要”。

创造性的观察,包括向新领域的深入,新技术的应用和善于观察:

(1) 向新领域的深入,如从局部向全局的观察,从陆地向海洋的观察,从地表向地下深处(深钻)的观察等。

(2) 新技术的应用,如天文望远镜的应用,电子显微镜(电子探针)的应用,遥感技术的应用等。

(3) 学会善于观察,如学会观察正常事物的不正常现象。学会观察叠加现象,从时间上和空间上将这些不同现象区分开来。

需要强调的是,对复杂的事物作出精确观察是极端困难的,观察者不仅经常会错过似乎显而易见的事物,而且更为重要的是他们常常会臆造出虚假的印象。“视觉观察现象不可靠的突出例子是魔术师的戏法”。人们不可能对所有事物都作周密的观察,观察到一切是不可能的,需有目的、有重点、有

选择,同时要留意那些意外的现象,如果仅仅注意那些预期的事物,就很有可能错过那些意想不到的重要事实的发现。观察既包含知觉因素,又包含思维因素,切不可视而不见,有效的观察是指注意到某种事物,并通过将它和其他注意到的事物联系起来,赋予其意义。

2.2 想象和推理是创造性思维的理论升华

地球科学研究中仅有对现象的创造性观察是不够的,还要通过想象形成概念,并经过推理,看到其重要性和必然结果,才能使研究工作做出创新成果。

在地质学成就中,地槽学说的提出是想象和推理在研究中运用的一个生动实例。

1859 年霍尔考察阿帕拉契亚山脉,发现了受过强烈褶皱的古生代浅海相地层,其厚度达 12km 以上。就是说,比在阿帕拉契亚山脉以西的同一时代,几乎无褶皱的地层,厚 10 倍到 20 倍。既然那些沉积物是浅海的产物,那么它们的形成必然是边沉降、边沉积的结果。尽管,霍尔正确地观察了这一现象,但他未作出科学地概括和推理,所以论文发表后十多年中无人问津。1873 年达纳进一步调查研究了这一地区,除证明霍尔的观察是对外,他把霍尔提到的这个边坳陷,边沉积的长条地带,通过想象概括为地槽(地向斜)。他的概括及其对地槽的研究引起了人们的兴趣。之后,在世界其他地区,又发现了不少这样的狭长地带,认为它和地台同属地壳的大地构造单元。从此,这个概念便被普遍地接受至今。

想象,即形象思维,是人们依据一定的直接和间接的经验材料对研究对象的一种形象化的构思。可以说,地质科学的形象概念比比皆是,如板块、地台、地槽、地洼、山字型构造、多字型构造、地壳镶嵌构造、地壳波浪运动、翘板运动、褶皱、断裂、爆发岩筒、地球化学障以及我们曾经提出的断面凹、裙边褶皱等。

推理,即逻辑思维是证实、解释和发展发现,已形成普遍的理论体系,使发现有了价值。然而,运用推理时应特别重视:

(1) 从事实出发,推理时必须谨慎小心,一般来说,推理每前进一步,不确切的程度,亦即假想的程度也越大。

(2) 一切推理都受感觉、偏见和过去经历的影

响。概括和推理只能用实验和观察到的事实来检验。

(3) 确切地陈述问题,系统地排列资料常能暴露推理的缺陷或揭示未曾想到的思路。

3 创造性思维的实践分析

达尔文说:“科学就是整理事实,以便从中得到普遍的规律和认识”。

最生动的事例是门捷列夫化学元素周期表,经他按原子序数将自然界的元素一排,混乱的物质世界变得如此简单而有序。

(1) 地质科研的典型例子是居维叶对巴黎盆地地层的研究。他与白朗里亚德合作,将巴黎盆地的地层,从最下面的白垩层到最上面的黄土层,共划分为 9 层(相当于现在的白垩纪、始新世、渐新世和第四纪冲积层),详细记录每一层的化石种类。然后运用比较解剖学知识,把生物化石与现存的生物对比,于是他们形成一个科学概念:灭绝生物越是和现存生物差别大,躯体构造越是简单,则所处的地层年代越古老,否则,所处的地层年代越新。这样找到了“化石”这个科学尺度,通过与现存生物的对比,可以推断地层年代(相对年代)。这在当时地质界是一件了不起的贡献,直到今天仍有着重大的科学价值。

(2) 创造性思维的前缘效应与间隙效应。前缘可以看成是一条界限,向前走半步就是领先,在这个界限之内走 100 步,1000 步达不到前缘界限也是滞后。因此,研究工作一定要找准前缘,从前缘找突破口,能收到事半功倍的效果。

近代控制论的奠基者维纳曾经讲过一段话:“许多年来,罗森勃吕特博士和我共同相信,在科学发展史上可以得到最大收获的领域是各种已建立起来部门之间被忽视的无人区……,正是这些科学的边缘区域给有修养的研究者提供最丰富的机会”。杜乐天说:“任何一个物,一件事都可看成为要素单元的组。在单元与单元之间必然存在间隙,这里连接最薄弱,最易利用,最易攻破”^[4]。

实际上在地质领域有许多边缘学科,如实验地质学、生物地层学、地球物理、地球化学、水文地质、遥感地质等,都是地质学与其他学科的交叉。

因此,在地学研究中要利用间隙效应,通过不

同学科的交叉、融合,在研究上取得创新性成果。

(3) 地球科学研究中常用思维方式的应用分析:

① 对比思维,其重要作用在于鉴别事物,如,时间对比、结构对比、状态对比、类型对比、模式对比、影像特征对比等。在地质研究中模式找矿即是通过对比来找矿的。但在模式找矿中最忌的是对比时没有考虑到意外情况的出现。

② 聚焦思维,是指思维时将有关的信息聚集于一点或一处,以提高分析的可靠性和可信度。地质找矿过程的遥感、物探、化探、地质、水文等多源地学信息的叠合分析,实际上采用的是聚焦思维的方法。成功的事例很多,最典型、成效最大的实例是奥林匹克坝矿床的航磁、遥感信息的复合预测成功。

聚焦的信息应该说越多越好,但聚焦的信息总是有限的。创造性思维实际上是用不充足的判据作出充足的判断,否则就不属于创造性思维。不明白这一点,常用“资料不够”、“依据不足”、“难以信服”等一些常规的思维方法衡量,势必使一些好的想法被扼杀而坐失良机。

③ 扩展思维。我们研究一个地区,不能仅限在这个地区内,这样很难认识到它的真实面目,在研究了这个地区后,还应该走出这个地区,从外围乃至更大的背景来观察,才能得出更符合实际的结论。

(4) 科学研究中有许多事例生动地说明灵感(机遇)在新发现中的重要作用。如李四光的“构造体系”思想,最早是 1925 年他去苏联参加会议,途经乌拉尔时获得的。按照传统的说法,乌拉尔山脉是一个南北向古生代地槽经褶皱回返形成的。当时他联想到其南端存在一套相当复杂的弧形山脉,有些大致与乌拉尔山脉同时褶皱形成。他想,它们虽然相距甚远,走向也不相同,但是否可能有生成联系。现在知道这是最早关于“山字型”构造的构想,是李四光构造体系的萌芽。

机遇可以为科学研究者提供重要线索,但研究者是否能抓住,却完全是另一回事。在科学发现史上注意到线索,但未能认识其重要性是屡见不鲜的,地质研究史也不乏其例,例如,大西洋两边海岸线轮廓的相似性,早在 17 世纪就被培根看出,洪堡在计划南美之行时,也表述过类似的思想,但他们都没有看出其中潜在的重要意义,更没有打算去论证。只有贝克和魏格纳才抓住这一重要线索,进

行了研究和开拓,做出了重大贡献。

美国科学家贝弗里奇说过:“如何辨别有希望的线索,是研究艺术的精华所在,具有独立思考能力,并能按其本身的价值而不是依据主宰当时的概念去判断佐证的科学家,最有可能认识某种确属新东西的潜在意义”。

李四光在萌发“山字型”构造的构思之后,并没有停止,又进行了更广泛的探索,先后发现了镇江—茅山,广西和淮阳等山字型构造,以及其他类型的构造体系,并辅以模拟实验,最后肯定了构造体系的概念。

要抓住机遇提供的线索,就“不要满足澄清手边的问题,而是取得某些认识后,利用它揭示更新的认识(新的观点),而且是更具重要意义的认识”。

因此,在研究工作中要努力处理好两个关系:一是计划与调整的关系,计划是重要的,但要注意

调整,及时调整到有潜在重要意义的问题上去。二是成果与生长点的关系,不仅重视科研成果,更要重视它可能引伸出的新的生长点,这样才能使已有的研究成果不断发展和深化。

灵感或机遇是以一种奇遇形式的突然出现,但他的出现是有条件的。因此,我们需要训练自己的观察力,培养那种经常注意预料之外事情的心情,并养成检查机遇提供的每一条线索的习惯,以便认出机遇、抓住不放,在科学研究上取得新的突破。

参考文献

- [1] 王子贤,王恒礼编著. 简明地质学史. 郑州:河南科学技术出版社, 1985.
- [2] 杜乐天. 创造性思维与作为. 广州:广东教育出版社, 2003.

Creative Thought in the Study of Earth Science

LIU Dechang

(Beijing Research Institute of Uranium Geology, Beijing 100029, China)

Abstract: Based on the analysis of certain achievements in the geological history, this paper mainly discusses eight issues concerning creative thought in the study of earth science. Those issues include: 1) the creative thought is chained by old idea; 2) suspicion and dissatisfaction to the old idea is the starting point of the creative thought; 3) creative thought originates from the creative observation; 4) imagination and deduction is the important parts of the creative thought; 5) systemic analysis to the information is beneficial to the creative thought; 6) the effect of front and clearance in the creative thought; 7) contrast, focus and extension are the general way in the geological research; and 8) inspiration takes an important role in the creative thought.

Key words: development history of geology; creative thought