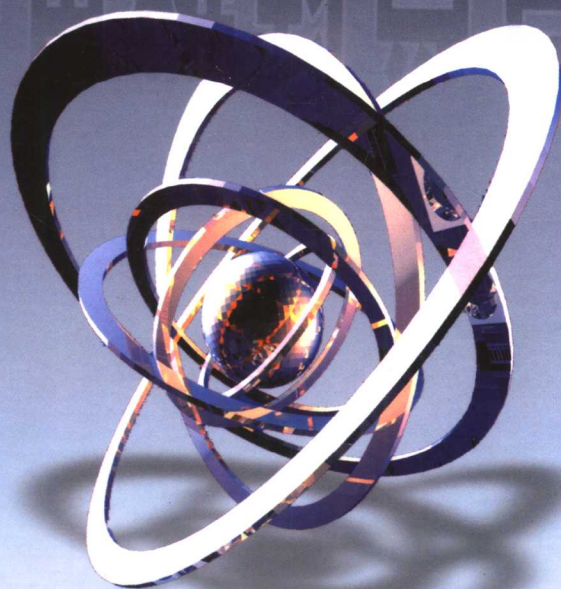


DIZHI SIWEI KEXUE YU SHIJIAN

刘震 李潍莲 梁全胜 等著

地质思维科学与实践



石油工业出版社

地质思维科学与实践

刘 震 李潍莲 梁全胜 等著

石油工业出版社

内 容 提 要

地质思维科学问题是地质工作者特别是地质科学的研究生们普遍感兴趣的议题。笔者通过思维科学的文献调研,结合近年来在石油地质科学研究过程中的自身体验,并受到前人地质创新研究的启发,总结筛选了五大基本且常用的地质灵感思维方法,即逆向思维、偏移思维、水平思维、发散—收敛思维、超前思维,并辅以大量研究实例,阐明了地质灵感思维方式在研究工作中的差异性和重要性,总结了不同思维方法适用的特点和工作领域,确定了地质灵感思维的基本方式。

本书适合于地质科学及应用专业的本科生和研究生学习和参考,也特别适合于地质与资源生产领域的青年地质工作者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

地质思维科学与实践/刘震等著.

北京:石油工业出版社,2007.11

ISBN 978-7-5021-6259-7

I. 地…

II. 刘…

III. 地质学-思维方法

IV. P5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 144218 号

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址:www. petropub. cn

发行部:(010)64210392

经 销:全国新华书店

排 版:北京乘设伟业科技排版中心

印 刷:石油工业出版社印刷厂

2007 年 11 月第 1 版 2007 年 11 月第 1 次印刷

787×960 毫米 开本:1/16 印张:14.25

字数:295 千字 印数:1—2000 册

定价:56.00 元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

前 言

正如思维是一门学科一样,地质思维也应该是一门有别于地质哲学的独立学科。准确地讲,地质思维科学应该是思维科学的一个重要分支。地质灵感思维是地质思维中最为精彩的部分。

在编著本书之前,笔者曾经在大学校园举办过地质思维方面的学术讲座,也给地质资源与地质工程专业的博士研究生开设过地质思维科学专题课程,还为石油企业培训班开设过相关培训课程。可以说,在几年前就萌生了编著此书的想法,最主要的动机就是期望满足学生们特别是研究生们对科学创新所必需的科学思维方法的渴望。我们自己的石油地质学习和研究经历表明,目前尚无一本可以专门指导学生们进行创新地质研究的方法性工具书。大家的创新探索都是在花费大量时间之后逐渐实现的,在这个过程中,常常要走许多弯路,遭遇不少失败。到头来总是发现,创新研究低效率的主要原因是研究过程中思路出了问题,而且思路经常会出问题。其实,做任何事情都一样,假如思路不对头,就不可能做好。因此,如何提高创新研究的效率,如何缩短打开研究思路的周期,如何取得高水平的地质研究成果,可能是许多研究生导师天天都在思考的问题。

作为本书的作者,本人并不是思维科学研究的专家。但是,每当看到勤奋的研究生无法取得研究进展时,每当发现基础扎实且刻苦用功的研究生在某个研究问题面前一筹莫展时,每当我的同行教授们抱怨学生缺乏思路时,自己都会强烈地反省到,虽然地质专业书籍种类繁多,但实际缺少一本指导学生拓宽思路、革新思维、转变观念的书。当然,大家都知道,这是一本很难写的书。

在缺乏思维科学研究的条件下,我和李潍莲老师以及梁全胜博士等人两年前开始了本书的编写工作。一个信念支撑着我们,那就是这本书不论写得好与坏,只要它对研究生完成创新研究有一点点帮助或启发,就达到了写作的初衷。而且也预感到,本书多多少少会帮助青年学生们打开思路,至少可以提供许多典型的灵感思维模仿素材。

人们常说,在当今信息时代,不缺知识,也不缺技术,缺的是思路。思路从哪里来呢?灵感从哪里来呢?当然要从实践中来。但是,每个人的实践是有局限的,特别是年轻同志,不可能人人经验丰富。这时,需要考虑从间接实践中获取思维的灵感,可以从思维科学的规律中找到思维定式,从思维科学的实践中提高思维水平。

当听到有人赞誉你“很有思路”时,一定不要飘飘然。因为别人在说你“很有思路”时,往往表明你已经与主流思路或权威思路存在不同了。所以,“很有思路”四个字,可以是表扬,也可以是警告,或者兼而有之。

但是,反过来,当有人说你“没有思路”时,你可能真是到了山穷水尽的地步。

因此,人不能没有思路,哪怕思路有点疯狂。

从这个意义上来看,本书是一本鼓励思考的书,是一本寻找思维新方法的书,更是一本吸引大家关注地质灵感思维科学的书。

本书共分六章。第一章由刘震编写;第二、三章由刘震、李潍莲编写;第四章由刘震、梁全胜、赵阳编写;第五章由刘震、赵阳、郝琦等编写;第六章由刘震、李潍莲编写。全书由刘震统一定稿。

由于作者水平的局限,书中一定存在不少错误和纰漏。非常欢迎读者提出批评和帮助意见,争取再版时获得更正和完善。

作 者

2007年3月29日

目 录

第一章 地质思维科学的基本特征	(1)
第一节 地质模型的特点	(1)
第二节 地质概念的认知特性	(6)
第三节 地质规律的特点	(7)
第四节 思维与思维科学	(8)
第五节 地质思维的五大特点	(13)
第二章 逆向思维及其应用	(19)
第一节 逆向思维的基本概念	(19)
第二节 逆向思维是正确理解地下地质模型的重要方法	(20)
第三节 逆向思维与有机质热成熟度地震预测	(27)
第四节 逆 Dix 公式与地震差异层间速度分析	(43)
第三章 偏移思维及其应用	(55)
第一节 偏移思维的基本概念	(55)
第二节 偏移思维是深刻理解地下地质模型的思维方式	(56)
第三节 扩展时间平均方程与储层孔隙度地震预测	(63)
第四节 偏移思维与箕状断陷湖盆相对湖平面变化特征	(76)
第五节 偏移思维与碎屑岩孔隙度演化二元函数的提出	(81)
第六节 改变插值模型提高 Phillippone 公式计算精度	(93)
第四章 水平思维及其应用	(98)
第一节 基本概念	(98)
第二节 利用水平思维建立盆地地温与地压关系	(101)
第三节 水平思维与趋势地层压力预测模型	(108)
第四节 水平思维与岩性圈闭形成期定量分析	(116)
第五节 水平思维与岩性油气藏形成分布的“优势性”分析	(125)
第五章 发散—收敛思维及其应用	(137)
第一节 发散—收敛思维的概念	(137)
第二节 发散—收敛思维与“多元控油—四元成藏”概念	(141)

第三节	发散—收敛思维与“多元控砂—四元成藏—主元富集”规律	(153)
第四节	发散—收敛思维与济阳坳陷古近系“多级控砂”机制	(168)
第六章	超前思维及其应用	(186)
第一节	超前思维的概念	(186)
第二节	超前思维与地震相解释专家系统	(194)
第三节	超前思维——从“互补论”到“优势论”	(203)
参考文献		(213)

第一章 地质思维科学的基本特征

第一节 地质模型的特点

地球科学具有鲜明的特点。首先,它的研究对象(地球、地壳等)空间宏大、时间久远、层次复杂,地球的绝大部分历史是人类没有经历过,也无法试验和恢复的。所以,几十亿年的地质发展史,无法观察到的全球地壳运动及成矿过程,都只能靠理论思维来分析把握。再者,由于研究对象的广博和复杂,研究者受到个人实践的限制,必须使用别人的资料、数据,借鉴别人的经验,从中提取构建理论的要素。另一方面,地球科学家的社会功能正经历着巨大变化,它不仅应该继续支持为人类提供资源的矿产勘查工作,而且要为解决全球性的人口、资源、环境与经济社会协调发展服务。

一、复杂性

地质模型是地质系统的局部简化。

地质系统是自然界中的一种异常复杂的开放、远离平衡、相互作用的巨大耗散动力学系统。它具有自组织临界性的内禀基本属性。它的时-空行为服从地质作用的自组织临界过程动力学(於崇文,2002)。地质系统位于有序和混沌之间的过渡时空域,即混沌边缘,其中系统呈规则和混沌运动并存在混合的弱混沌动力学状态,并且地质系统在混沌边缘分形生长。

根据地质现象的本质与核心——地质作用与时空结构,将地质科学的学科体系划分为四大基本领域,即:① 地球物质的成分与结构;② 地质作用;③ 地质学场;④ 地质系统的演化(於崇文,2002)。

在地球物质的成分与结构领域,重大基础地质问题有两个,其一是地球物质成分的复杂性与多样性,其次是地球物质结构的复杂性与多样性。地球物质成分的复杂性与多样性中又包含三个基础理论问题,即:① 核合成理论与地球物质的原始多组分性;② 化学元素的自组织与元素的“岩石圈丰度”;③ 量子地球化学与化学元素的共生组合。地球物质结构的复杂性与多样性问题包括扩散限定反应、扩散限定聚结、地质体结构(矿床分带)与矿物结构(环带构造)等基础理论问题(於崇文,2002)。

在地质作用领域,包含地壳的变形、深层地球动力学、地层沉积过程的时间结构和广义地质作用动力学四个重大基础地质问题。其中,地壳的变形问题中又包括五大基础理论问题:① 碎裂作用的分形理论与混沌地质构造;② 地壳变形的分形性;③ 岩石圈结构化的自组织临界性;④ 大规模大陆岩石圈变形;⑤ 造山运动的驱动机制。

深层地球动力学则包括三个方面基础理论问题:① 地幔对流;② 岩浆孤子与岩浆的起源、运移及侵位或喷发;③ 岩浆双扩散对流和固结的相互作用动力学及岩浆房的演化(地质系统中双扩散对流的非线性物理学、镁铁质与长英质岩浆房中的双扩散对流与固结的相互作用动力学)。

地球沉积过程的时间结构问题包含了两大基础理论问题,即:① 非线性时间序列分析(连续参数非平衡马尔科夫过程分析和沉积旋回的动力系统分析);② 地层序列的时间分形结构复杂性。

广义地质作用动力学包括八个基础理论问题:① 地质流体力学;② 固体作用的流体力学;③ 水岩相互作用的化学动力学;④ 反应—运输耦合过程的动力学;⑤ 断裂—多孔介质中的化学反应—复杂流动动力学(含渗流交代作用动力学和侵位渗流作用动力学);⑥ 力学—化学耦合过程动力学;⑦ 断裂作用动力学;⑧ 构造物理流体动力学(流体驱动的水力断裂)。

地质学场领域的重大基础地质问题是地质学场的时空结构,主要包括三个基础理论问题:① 地质学场的连续介质模型与地质学场的一般理论与方法;② 地质学场的随机场理论(静态)与局域化耗散结构理论(动态)分析;③ 场量时空幂律分布的原因及其形成的动力学机制复杂性研究。

在地质系统的演化领域存在两大基础地质问题,即:① 地质系统的演化进程;② 地质事件历史演化的拟周期性(於崇文,2002)。

二、信息的局限性

任何地质模型都是地下地质原型在人脑中加工后的产物。但是地下地质原型并非是一个完全透明的实物,相反的,地下地质原型具有少部分出露,绝大部分深埋隐蔽的特点,使得研究者只能看到地表真实的地质原型。另一方面,随着现代探测技术的发展,人类可以借助探测手段了解地表以下的地质状态,但由于探测技术水平的局限性,目前也只能探明有限深度的地下状态。即使是在一个局部高探测程度地区,如油田、矿产区等,也存在地下地质模型有争议的情况。总体上讲地质模型赖以建立的信息是不完备的,具有明显的局限性。

1. 地表信息具有片面性

目前大量地质工作和地质认识是建立在野外地质调查的基础之上。应该承认,地

面露头地质原型是最真实的地质现象,是地球系统的面纱,没有地表露头,就没有现代地质学。但是地面露头毕竟只是整个地球系统最表面的轮廓,地表之下的多种地质现象与地表不完全一致,地面观察到的地质信息虽然真实但不全面。

首先,地表信息主要是地壳的地面出露信息。地表地质现象主要反映上地壳最表层的物质,也就是代表硅铝层地质作用的现今状态,下地壳硅镁层的物质主要分布在大洋水体之下,在大陆地表附近很少见到。对于地球三大圈层体系来说,地球表层出露的地质现象也只是用来认识和理解地球最外圈地壳的本质和物性,只有少量来自地幔的物质可以在地表上找到,因此对地幔的了解就不如对地壳的了解深刻。在地表上目前尚未发现地核的物质。

其次,地表地质特性与地下深处地质特性存在一定差异。地表看到的地质现象如产状、物理性质、相态等,到了地下深处就会发生变化。地球是一个耗散体系,也是一个重力体系,地表条件下的地温和地层压力被认为是正常的话,到了地下深处地温和地压都会变得比较高,成为高温高压环境。地表物质形态与地下地质状态必然会存在差异。地表高陡的断层到了地下会变得平缓,铲式断层和逆冲断层是最典型的代表。地面上孔渗性良好的油气储层到了地下深处就会变为非常致密的岩石,从而无法储集油气。在地面无法流动的稠油,到了地下却可以发生渗流;在地面呈液态的石油,到了地下深处高压环境下却可以变成气体(逆蒸发)。可以说,今天人们对地下深部的了解还停留在一个相当肤浅的地步,地表观察到的地质现象与地下深处地质情况会有较大的差别。

另外,地面地质信息具有面状特性,对于地下地质原型的“体属性”表达有局限性。地表出露的地质现象总体上讲只是一个面状属性单元,虽然部分露头局部也呈现立体产状,但总有相当一部分地质单元被埋藏或遮挡,能够观察到的实景总是整个地质目标的一小部分,大部分原型是看不到的。由此,必然造成由面状属性来推测体状属性的习惯做法,从而要求研究人员具备良好的立体想象力。

2. 地球探测技术具有局限性

当今地球信息探测技术有了长足的进步,主要技术在地下深部的探测能力有了明显的提高,特别是分辨能力和解释(解译)水平提高迅速。但是各种地球探测技术受到当今整体科学技术水平的制约,还不能探明或检测所有的地下信息。

首先是探测深度的问题。一般来说,地球物理技术所能探测的有效深度不超过100km。重力探测的深度下限可以达到上地幔,大概为几十公里,最多可达几百公里;磁法勘探的最大深度一般在60~70km;CEMP(大地电磁勘探)的可信深度约30km;大地电流法的深度下限可达1000km;常规地震勘探探测的深度就浅多了,最深也就10km;深地震技术探测深度不超过1000km。探井钻孔信息相对最丰富最直接,但现今的深探井一般不超过6~7km,最深的钻孔是刻拉半岛上10km的深井。显然,目前直

接的探测信息很少,深度很有限,间接的探测手段很多,但探测的深度范围不超过100km。对于半径为6370km的地球而言,人类能够探测的地下深度仍然处于近地表的程度。

再者,许多被认为是很精细的探测技术,所能揭示的地质属性却很有限。现代地震勘探技术是发展最快也最具商业性的成熟技术,但是地震勘探技术在解决盆地宏观地质问题方面的能力要超过解决微观地质问题的能力。今天的精细地震处理资料还不能准确地预测地下地层裂缝的位置,也不能可靠地预测地下孔隙介质中流体成分的类型,即油气藏地震直接检测还做不到。地球物理测井技术被认为是一项比地震勘探技术更为精细的探测技术,其分辨率和检测精度都超过常规地震技术。但是,在实际应用中,现代测井技术也不能解决井孔中全部地质信息的探测,如低渗储层的油气水层识别准确性明显下降,复杂油层的渗透率解释精度不高等等。任何一项技术所提供的信息都只是整个地球系统某一个局部的响应,而不是全部的响应。

3. 盆地(覆盖区)地下模型具有很强的隐蔽性

地球表面分布着许多盆地,盆地内发育层状的沉积地层,地表附近覆盖着年轻的碎屑沉积层。由于沉积流体矿产在盆地内部的广泛发育,沉积盆地成为油气藏勘探的主要领域,盆地石油地质学成为重要的地质资源学科之一。几乎所有的含油气盆地都分布着并且不断增加着许多油气钻孔。盆地地质结构和油气藏模式在相当程度上是依靠这些钻孔来证实的。在钻孔中可以直接取岩心,或者采用井壁取心,也可以在钻井过程中通过岩屑建立综合录井剖面,这些都是直观的地质信息。从道理上讲,有了钻孔就应该可以掌握地下的地质情况。但是,由于地下地质结构和物质特性的非均质性,不同地点的地层分布、构造形态、岩相组合和含油气性都在发生变化。不变是相对的,变化是绝对的。从而造成有了很多钻孔以后,也不一定能准确把握地下的地质模型。

在盆地勘探初期,连地层发育情况都很不了解,钻探一些参数井或野猫井,获取地下基本地质参数,并不能指望这些信息可以揭示油气藏分布特征。到了勘探中后期,钻探了大量井孔,对地下层序、构造、沉积体系和油藏类型有了较清楚的认识,但是对于扩大探明储量,进一步寻找隐蔽油气藏仍感资料不足,两口探井之间的储集相类型、储层物性和油藏属性仍会有较大的变化,勘探家在这个阶段仍然经常会犯错误,会走弯路。关键原因就是缺乏连续的地质剖面可供地质家进行横向对比和分析。星星点点的井孔只是盆地地质体的部分揭示,绝大部分地质现象仍然是深埋在地下的,是隐蔽的。

三、地质过程的不可逆性

1. 地质系统是一个复杂耗散系统

总体上讲,地质系统是远离平衡、时空延展的复杂耗散系统(於崇文,2003)。地球

从形成到现在,应该是一个熵增加的耗散系统,由宇宙大爆炸形成的原始地球开始,一直处于放热冷却的过程,同时随着演化的不断深入逐渐形成了不同的圈层结构,最外层的地壳实际上呈现大陆地壳和洋壳两种不同形式,在大陆地壳上逐渐分化出造山带和盆地,在盆地内部又进一步分异为不同拗陷和隆起。

2. 地质作用是一种单向演化过程

通过不同学科的分析还可以看出,地质作用过程虽然呈现出不稳定的周期性,但是没有一种地质作用过程是可逆的,或者说今天所能观测到的地质作用结果是不可逆向回溯的,它们的形成过程是单向的。从宏观地质结构来看,全球或区域性的构造形变只能是通过叠合逐渐复杂化,而不会随时间的推移而简单化。地球物质成分和元素的分布也是由简单或单调逐渐变得复杂和多样化。地球系统的环境产物——生物系统,是从低级单细胞生命逐渐进化为复杂器官的高等智能生命体,但决不反过来衍生出更低等的生命单元。碎屑岩在埋藏后受上覆负荷作用,逐渐压实固结。但当上部地层遭受剥蚀后,下部岩石也不能再变得疏松,即压实成岩作用是一种不可逆的地质过程。由于地质作用的单向演化特征,使得今天建立地质过程反演模型变得非常困难。

3. “将今论古”地质方法带有局限性

地质作用至少经历 46 亿年漫长时期,人类认识地质规律的时间不超过 300 年。人脑虽然具备发达的抽象和想象能力,但人的认识水平总是或多或少受到生物感性认识的左右,人类习惯于通过试验来重复某个地质演变过程,从而强化相关的理论认识,也习惯于运用数学模型再现某个地质演化过程。最终的结果是人可以看到或知道地质作用经历的变化经过,并通过生物感知来确定相关学说的可信程度。

但是,地质作用条件和演化过程都不是今天可以用数学模型来完整表达的,地质物质的非均质性,地质场的非连续性以及地质体变化的非线性特征,决定了今天的数值模型(不论是正演还是反演)结果充其量只具有参数性,还达不到较高的可信度。另一方面,由于当今材料技术与工艺制作水平的限制,实验模拟水平与真实地质演变状态之间存在较大差别,相似性原理在模拟地质作用时遇到很大问题。当人们看不到可以理解的过程或用软件模拟不出理想的地质过程时,往往会怀疑相关的地质理论认识。

由于真实观察到的各种地质现象都是长期演变或叠加的结局,实际上研究人员是用静态的现象去恢复可能的变迁过程,这种恢复自然存在多解性。进一步看,近期发生的地质作用应该是地质历史中类似的作用过程,如地震作用、海啸作用、火山作用和泥石流作用等,人们可以想象地质历史上也存在无数的类似地质现象,但这些现象都是快速、短暂的,地球上更多的地质作用是长期的、缓慢的和渐进的,只是人所不能感知和体会到的,许多地质作用可能超出人的想象力,如印尼海啸使人类产生恐惧。

一句话,现今人类容易理解的规律是有限的,可以使用的方法也是局限的,“将今论古”这一地质方法不可能解决全部地质变化问题。

第二节 地质概念的认知特性

一个地质概念是通过一定时间的实践和总结所形成的。地质概念具有语义特性、简化性和片面性等属性。由于是人脑中形成的想法,必然脱离不了人的生物性的特质。

一、地质概念的语义特性

任何一个地质概念都是通过文字或语言表达出来的,或者说,地质概念是语义形成的科学认识。然而,语义特性决定了地质概念属于定性认识,基本上达不到定量描述的水平。定性认识必然会带来理解上“度”的掌握问题,只要是定性的描述就会存在一个理解的范围,而不是一个唯一的刻度。同时,由于文字使用的问题,有些概念会存在争议,也造成不同的人对相同文字表达有不同的理解。所以,有些地质概念长期存在争议,并非概念本身的问题,而是由于表达上存在语义模糊所造成。

另一方面,语义特性形成的地质概念具有抽象性。几乎所有的地质概念都是通过文字高度概括出来,地质概念除了表面含义之外,一般都有引申,往往字面之下的涵义更为深刻。这种高度抽象的概念既简明又深刻,使得人们在学习过程中要动不少脑筋,要认真体会其全面的意义。这就会造成有些人对部分概念的理解产生偏差。

二、简化性

地质概念一般都可以做到简明扼要,一句话或几个字就要表达一个完整的概念。但是,由于这种处理方式,造成地质现象的复杂性与地质概念的简洁性之间的矛盾。实际上,地质概念除了一个简要的表述之外,往往伴随相应的地质成因、地质分类和形成过程等解释,否则形成不了一个完整的地质概念。

地质概念的简化性是实际学习和应用所需要的,但这种简化性也会造成理解时的片面性,给概念的掌握带来不便。往往一个地质概念的记忆是很快的,但真正理解和正确运用却需要一个实践甚至再认识和再实践的反复过程。培养一个准确掌握地质概念的专业人员一般需要好几年的时间,培养一个能熟练运用地质概念的专家则需要更长(几乎十几年或者几十年)的时间。

三、片面性

任何一种地质现象都与多种地质成因有关联,但研究地质作用时人为划分了许多不同的学科,每一个学科只关注同一地质事件中的某一个局部的方面,而不(或很少)关注其他方面。这也带来一个新的问题,即同一个地质作用过程,用不同学科的眼光可以看出不同的结果。

由于社会和经济的分工所限,目前地质科学人员带有很浓的专业色彩,学的很专,用的很专,思考的也很专。因此,大多数地质概念只是从某一个侧面来揭示地质现象的特征,而对相关的其他方面却很少联系。例如,构造对沉积作用本身是有控制作用的,但目前条件下构造学研究与沉积学研究是完全不同的两类专家在进行工作,构造专家基本上不能成为沉积学家,而沉积权威也往往不会是构造专家。如何反思我们的地质概念?显然,每一个地质概念都依托于某一个学科,站在相应的一个学科上提出认识,而很少能在一个跨学科的层面上建立地质概念。因此,今天的地质综合研究任务繁重,它要涉及许多个分支学科的地质概念、地质规律、地质模型等认识,而且要将其合理地融合为一个整体。

第三节 地质规律的特点

地质规律是地质现象的理性总结,是地质家对地质事件的规律性认识,地质规律是地质概念的高度升华。地质规律一般具有条件性、历史阶段性和学派性等重要特性。

一、条件性

任何地质规律都是需要特定的环境或条件,脱离具体地质条件的规律性认识是不存在的,至少今天还没有总结出来。地质条件变了,地质规律就可能不适用了。这是因为任何一个地质规律都是在某一个子学科中成立的,它首先带有学科特色,地球物理的规律与地球化学规律明显表达两个不同学科的观点,几乎找不到结合点。另外,地质规律是某一部分地质现象的总结,它一定会有边界或条件限制,或是地域限制,或是时间限制,或是同时具备地域和时间的双重限定。这也是由地质作用的非线性特征所决定,一种认识不能按线性规则外推到很远的地方。

当然,地质问题本身可大可小,地质规律同样可大可小。这样地质规律就必须首先交代是何种尺度的规律性认识,离开尺度就谈不上地质规律,不同尺度的地质规律可能会有很大的差别。

二、历史阶段性

由于地质规律是人对地质作用的认识的总结,因此,随着人的认识和实践的积累,地质规律也会随时间的推移不断地改进和完善。不同的时代,会有不同的地质规律表述。可以说,地质规律是动态的认识总结,而且这种动态变化可以很快,有些地质规律的认识几十年才发生改变,也有的地质认识在十几年中就形成了,还有的地质规律在几年后就改变了认识。

因此,没有固定不变的地质规律。地质规律的总结天天都在进行,地质规律的进展取决于研究人员的投入和机遇。

实际上,地质规律作为地质研究成果是在快速演变的过程中不断完善和发展的。不存在一成不变的地质规律,一个时期认同的地质规律是相对真理,学习者应该清楚它的地位。

三、学派性

地质规律与其他许多规律一样,附带着明显的人为因素,同一个方面的地质规律,却有着不同的解释或表达,常常形成不同的学派或流派。如大地构造中的不同学派,持有明显不同的理论观点和规律认识。层序地层学中关于层序形成和演化的成因就存在两种不同的流派,以 Vail 为首的 Exxon 流派认为层序的形成和演化受全球海平面变化速率、构造沉降速率、沉积物充填速率和气候四大因素控制,而以 Cross 为首的高分辨率层序地层学流派则认为基准面变化是层序形成和叠置的主要原因。又如,虽然都是研究相同的石油地质学基础问题,但国内却存在两种不完全相同的主题和思路,一种是油气成藏动力学,另一种是油气成藏机理。

由于地质认识的学派性特点,经常会对同一个地质问题形成广泛的争论,而且常常在短期内难以取得共识。

第四节 思维与思维科学

一、思维的定义

思维,古作“思惟”,即思想、思量之意。

不同学科对思维的理解存在一定差异。最早研究思维的是哲学家,在哲学家的诸

多研究中,间接反映论对思维的认识最具影响力。间接反映论认为,思维是人脑借助语言而实现的对现实对象的间接反映。强调语言是思维的物质外壳,语言与思维密不可分,动物没有语言,因此动物也就没有思维。文学家和文艺理论家在研究思维时都肯定了形象思维的存在。心理学家把思维看成是人脑对信息的加工活动,着重研究解决问题和推理(乐国安,1986)。显然不同学科对思维的定义有各自的表述。

作为一种独特的物质运动,思维具有世界上最复杂的现象,思维是多姿多彩、千变万化的一种最复杂的运动。正是凭借思维,特别是创造和运用符号语言的思维,人类才达到了动物不可能的自觉,才创造了人类丰富多彩的文化。

二、思维的基本形式

思维的形式多种多样。一般来讲,思维形式可以划分为三大类型,即抽象(逻辑)思维、形象(直感)思维和灵感(顿悟)思维。

1. 抽象(逻辑)思维

亚里士多德创立的形式逻辑,既是人类理性思维的结晶,又是人类探索逻辑思维的路标。形式逻辑有两个鲜明的特征,一是它的形式化特征,形式化问题是逻辑学、数学和技术工程学中的核心问题;二是它的数学化特征,自形式逻辑产生后,又由于数理逻辑和布尔代数的出现,使这种数学化特征终于大功告成,从而成为电子计算机的理论基础。形式逻辑作为抽象思维规律、方式和方法的学问,是大有用处的。但它也有很大的局限性。

形式逻辑是一种思维推理方式,它最多也只能是大脑思维运动对客观世界中部分线性作用机制的反映。因而,除形式逻辑外,还有别的逻辑形式,我们称其为非逻辑思维形式。“非逻辑”是针对形式逻辑而言的。在人的思维过程中,常常运用形式逻辑的定式,以概念作为出发点,通过严格的判断和推理,或者借助语言和语义学,最后得到形式逻辑思维所得到的结论。

逻辑思维规律也称抽象思维规律,它是以概念为思维的起点,经过判断和推理,达到对客观事物的本质认识的思维规律。

2. 形象(直感)思维

形象(直感)思维,在人类思维史上最先形成的一种思维。对于任何一个人,形象(直感)思维作为与抽象思维不同的一种思维形式,总是普遍地被运用着。形象(直感)思维的一般机制是:实践(观察)—类比—想象—模拟(相似)。

观察是指创造者有目的、有计划地对创新工作的问题和现象进行考察的一种具体

方法。观察是为了获取信息。

类比是创造者把不同的对象进行比较,找出它们之间相似或相异的属性的一种思维方法。因此类比推理方法不同于演绎推理和归纳推理,是运用形象思维的一种特殊方法。

想象是指创造者在原来的感性形象信息基础上,经过重新组合和排列,而重新创造出某种新形象信息的思维方法。想象是创造性形象思维发展的实在因素。

模拟(相似)是指创造者根据已知对象的本质和特性,人为地选择或建立一种与已知对象(原型)相似的模型,并在所建立的模型上进行运筹和研究,经研究决策后的成果再推测到原型中去,从而达到揭示对象本质的思维方法。

3. 灵感(顿悟)思维

灵感(顿悟)思维,是伴随着人类的形象(直感)思维和抽象(逻辑)思维一起发展起来的一种基本思维形式。

然而,灵感(顿悟)思维却长时期不被人们所认识。我国著名科学家钱学森正确运用了理论思维的原则,科学地总结了自己和科学家们从事科学研究的宝贵经验,第一次鲜明地把灵感现象作为人类的一种基本思维形式提了出来。他在《关于形象思维问题的一封信》中指出,“凡有创造经验的同志都知道光靠形象思维和抽象思维不能创造、不能突破;要创造、要突破得有灵感”,并认为创造性思维中的“灵感”是一种不同于形象思维和抽象思维的一种人类基本思维形式。

灵感思维的酝酿不仅仅是在显意识中进行的,而且是首先在显意识的指导下,经过潜意识的整合推论,再涌现于显意识,表现为灵感现象。因此,灵感发生的机制是:显意识 $\leftrightarrow$ 潜意识 $\leftrightarrow$ 显意识过程。这就是说,首先在人有意识自觉地追求下,灵感在潜意识中酝酿才有可能。而潜意识如何工作,又不被自己所意识到,当潜意识孕育成熟的瞬间又必须借助相关诱因方能涌进显意识,再经显意识加工,形成灵感。可以说,灵感形成是有条件的,是显意识与潜意识相互协同作用的结果(杨名声等,1999)。

一个创造者的创造性思维素养的标志就是灵感(顿悟)思维能力。灵感(顿悟)思维能力愈强,创造者的潜思维水平就愈高,创新就更接近于科学和准确,就会更加有威慑力,从而才能开创第一流的工作。

灵感思维是穿插在抽象思维和形象思维之中,有着突破、创造、升华作用的一种思维形式。灵感突破所获得的知识,不是对事物表面的感性认识,而是对事物本质和规律的深刻洞悉。因此,一个完整的认识飞跃,既是通过渐变促成,又是通过突变实现的。灵感思维在创造性思维中占有绝对重要的位置。