

地学研究的相似类比

贺自爱 杨建超

(石油与天然气地质编辑部, 湖北荆州 434100)

相似类比是科学研究中的一种方法,是发现、创新、预测的一条途径。地学研究的一条基本原理是以今论古,更离不开相似类比。类比是一种逻辑方法,但却以形象思维为主导,形象是相似类比的基础,是联想、概括的出发点。相似类比必须掌握的原则是:(1)动态高于静态,也就是说要将静态的结构类比,提高到系统、层次的动态类比;(2)神似胜于形似,形似发挥的功能是再造,神似的功能是创造;(3)整体大于总和是指知识的积累,必须采用衍生方式,即对积累的相似信息不断组合和探寻现象后面的原理。

关键词 相似类比 逻辑方法 形象思维

第一作者简介 贺自爱 男 66岁 教授级高级工程师 沉积学与石油地质学

相似类比是科学研究中的一种方法,是科学发现、创造和预测的一条途径。地学研究的一条基本原理是以今论古,这就更离不开相似类比。它是一种逻辑方法,但又与形象思维密切相关,并要求客观形象的相似性与大脑储存的相似信息和谐共鸣,方能产生新的联想、新的发现、新的认识。

1 功能

1.1 发现的途径

科学史上的许多范例自不待言,就地学领域的重大突破,亦可找到相似类比的实例。

新灾变论的提出是对传统均变论的冲击和挑战,其突破口是第三系/白垩系界限粘土岩中铈异常的发现。为什么从分析宇宙尘入手,选择铈元素作为追踪元素,就是当时已经将浮游生物的突然绝灭与陨石撞击事件的相似性相联系,这才有地质科学史上一次“奇遇式”的发现,从而有小行星撞击说的诞生,成为事件地层学的理论基石,也将地学研究的视野由地内引向地外。

米兰柯维奇为解释第四纪大冰期的成因,提出了一个天文学假说,认为夏半年日照量的减少是冰期形成的主要原因,它与地球公转轨道三要素偏心率、黄赤交角和岁差有关。这一假说即米兰柯维奇理论或米兰柯维奇旋回。这一理论的提出,也是基于地球轨道三要素所引起的天文幅射夏半年和冬半年总量的

变化曲线与第四纪气候变迁的经典模式的相似,也是相似类比的结果。

其实,地学研究的各分支领域都有相似类比的踪迹,比较沉积学、比较大地构造学等都以相似类比为基础。例如,比较沉积学以模式对比为核心,而模式却是通过寻求环境、作用、产物之间的内在联系,并根据大量同类环境及其沉积物的类比而建立的。又以地方性的沉积模式为根据,类比、综合建立的典型模式。这种模式就为判别环境、判别沉积类型、解释沉积物的形成作用与过程,提供了一条行之有效的途径。无论是建模和解释都离不开相似类比。当然,比较沉积学是传统沉积学的发展,它的类比是以作用和过程为主线,已远远超出“将今论古”形似的范畴,进入更高层次的相似类比。事件沉积虽非沉积环境演化的必然产物,但它们都有其自身的沉积作用和动力机制,因此也就有其特定的沉积序列。这种序列实际也是模式的一种。典型序列的建立和以序列对沉积现象的解释、判断,仍然是相似类比。由地质灾变事件到事件沉积的发现,再到事件地层学的建立,以至事件地层学原理、方法的应用于地层对比,又是一系列相似类比的结果。证明相似类比是科学研究发现 and 创新的途径。

1.2 预测的方法

科学预测的方法很多,主要有特尔斐法、趋势外推法、类比广延法、可能分析判断法、数学模型法、关联树法、网络树法、流程图法,等等,其中类比广延法就是相似类比。

相似类比预测的基点是以不同研究对象间某些相似关系作对照, 广延推断两事物的其他相似性, 一为已知, 一为未知, 从而达到预测的目的。

任宏斌等^[1]应用翁氏旋回理论预测我国天然气探明储量的增长趋势, 其前提就是翁氏生命旋回对生命总量有限体系的预测曲线, 与我国天然气累计探明储量的增长曲线相似, 从而类比预测我国天然气增长高峰期在 2011~2024 年。林克湘等^[2]以青海油砂地面露头的砂体骨架原型为根据, 利用地面露头调查获得的储层结构砂体密度、砂体几何形态、古流向, 以及露头区砂体骨架原型模型中, 提取的总砂体面积比和不同厚度的砂体面积比等地质信息, 建立地下砂体骨架横剖面预测模型, 砂体平面骨架预测模型、渗透率分布预测模型, 预测油砂山油田目前的井网, 仅控制了 1/2 的分流河道砂体, 仍有 1/2 的砂体尚未钻遇的新认识。两例所用的预测方法均是相似类比。

其实, 相似类比预测贯穿于油气勘探的全过程, 每个阶段都可追索到相似类比预测的痕迹。油气勘探盆地的选择, 建立在与已知含油气盆地的相似类比。油气勘探战术目标的选择, 仍然是以已知含油盆地的控油规律为依据, 由大庆长垣控油的相似类比, 发现了延长-永坪油田和川中油藏, 其预测选择的依据就是上述两地有相似于大庆长垣的延长-永坪隆起和南充-合川-龙女寺隆起。预探开钻前储层预测的模式识别, 又是相似类比的预测, 首先选择和建立已知构造、已知井的地震反射与地层速度模式库, 并将已知井的绝对速度曲线转换成相对速度; 然后根据距离判别函数确定研究对象的相对速度目标, 形成预探井目的层相对速度曲线^[3]。勘探、开发过程中地质模型、渗流模型、流动单元模型的建立, 亦是根据已知井点的资料建立一个确定性的框架, 然后通过相似类比预测井间未知的非连续的储层, 预测油田及井的产能, 预测二次、三次采油过程中的生产性能。可见油气勘探的全过程, 不论是战略预测还是战术预测, 不论是定性预测或是定量预测, 都有相似类比所发挥的功能。

1.3 论证的方式

论证的方式之一叫比较法, 它包括三种方式: 类比法、对比法和喻证法。

类比法的特点是同类比较, 比同求同; 对比法的特点是异类比较, 比异显异。它们都是运用相似类比的论证方法, 这里不作赘述。下面只就喻证法的作用以实例加以说明。

喻证法是用熟悉的具体事物, 证明某个比较生疏、比较抽象的认识或道理。它能够化空灵为具体, 化深奥为浅显。

费孝通先生在谈到中国人的社会关系时, 他有这样的一个妙喻: 以己为中心, 由近及远地推开去, 就如石子投入水中激起波纹一样, 一圈圈推出去, 愈推愈远, 也愈推愈薄, 由此构成一种有等差的社会关系。他将此名之为差序格局。

地质研究中也不乏喻证的妙笔。许靖华先生用毛毛虫变蝴蝶, 喻环太平洋型山脉与特提斯型山脉不是两种类型, 而是一为前辈, 一为后裔。朱夏教授喻下扬子油气聚集为四世同堂; 喻扬子区碰撞型板块会聚带的经历为吃、碰、扛的演化过程。这些喻证都妙笔传神, 化抽象为形象, 化深奥为浅显地揭示了现象后面所隐含的本质。

2 思维

相似类比是一种逻辑方法, 但其思维却以形象思维为主导。科学家们将蜂巢结构应用建筑领域以及高速飞机、火箭、导弹之中, 甚至世界著名的运动鞋制造商——Reebok 公司, 又将其用于田径运动鞋的减震。这种蜂巢式的减震结构与一般物料相比, 减震功能可提高 23 0^[4]。受蚂蚁能举起比自身重量重数倍的物体的启发, 美国麻省理工学院正在研制一种微型火箭, 使体积非常小的物体产生较强大的力量。这种微型火箭的体积只有半个火柴盒大, 却可产生 3 磅的推力, 火箭的推力与重量之比超过 10 000, 正是利用这种变化, 就可研制出三维的、非常薄的火箭^[5]。这些都是形象类比、形象思维。

地学研究中的相似类比毫不例外的以形象思维为主导。魏格纳的大陆漂移假说自不待言以形象为思维的起点, 以形象为概括的素材, 为形象思维的典型范例。新灾变论的提出, 不也是建立在恐龙集群死亡和浮游生物集群绝灭这两个形象材料的基点之上吗。由第三系/白垩系界限粘土岩中铈异常地发现, 到小行星撞击说的提出, 以及以一个直径约 10 km 的小行星或彗星与地球撞击解释铈异常的出现, 并想象巨大的撞击形成尘团弥漫, 遮天蔽日, 以至光合作用中断, 食物链瓦解, 最终导致白垩纪末的大绝灭事件的整个思维^[6], 不正是以形象思维, 以形象概括的相似类比吗。

一个认识的完成须通过多级抽象, 而每一级抽象的起点都是形象, 由形象思维到抽象思维。何况在发

生逻辑中断的时候,更离不开联想,而联想就是相似类比,就是形象思维。所以说形象思维贯穿于研究过程的始终,构成相似类比的主体。

这里所说的形象思维并非一般意义上的感性认识,而是与抽象思维一样都属理性认识的范畴。当然,这种理性与抽象思维并不等同,它并非用逻辑推理、抽象概念进行概括,而是以形象材料作为概括的依据。既然是形象材料,就必然具有直观性和具体性的特点。但思维所依据的形象已不是原始态的感性形象,而是经过加工、改造或重新创造出来的形象,并具有显著的动态特征,属于典型化的形象或概括性的形象。所以,类比也不是简单的机械的相似形象的类比,而是动态、静态结合,微观、宏观结合,形似、神似结合,现象、本质结合的理性类比。

固然,只有形象思维与抽象思维的珠联璧合,方能构成科学创造;但形象思维包括灵感思维却是科学创造的动力,没有它们就不会有科学技术的突破。尤其是在相似类比中更要强调形象思维,因为形象是相似类比的基础,是联想的出发点,离开形象就无法进行有效的相似类比。

3 原则

3.1 动态高于静态

对事物的认识:一是研究一定条件下趋于平衡,即相对静止时的特点和状态;二是研究事物相互作用的运动状态下的表征与联系。相似类比亦是如此,必须静态的结构类比与动态的系统类比相结合;但人们却习惯于作静态类比,往往忽略了动态类比的重要作用,这就会削弱相似类比的功能。例如,根据盆地类型用地质类比法对油气资源预测和评价,就是一种静态的相似类比,因而不断受到怀疑,并取而代之以一种新的预测、评价方法,即石油系统或成油系统的理论与方法。它之所以能够成为油气预测、评价的主导,就是因为它所强调的是动态,而非静态,所要研究的是一定地质空间和时间起作用的一种成烃富集作用的物理-化学系统。

赵重远教授^[7]含油气盆地系统工程的概念中强调成盆、成烃、成藏的作用与过程,强调成藏组合、分布,盆地后期改造与油气再分布,提出整体、动态、综合分析的研究总则,所体现的是系统论的概念与准则,然而也是相似类比的准则。之所以如此,是因为静态相似并不等于动态相似,正如赵重远教授所指出的那样:“同是克拉通盆地,其成因机制就有很大的不

同。有的是简单的重力均衡沉降,有的是热缩沉降;有的下伏有裂谷,有的则为完整的基底。”“同一类盆地虽具相同或相似的热动力机制,但因盆地所处构造部位或具体构造环境的差异,其所受热力作用的程度也不尽相同。”^[7]

事物的性质和功能是由结构决定的,而结构是一种静态的表现形式。系统则是由一些相互联系、相互作用,具有确定功能的部分或因素以一定的必然关系组合起来,不断进行整体调节和控制的动态体系。用系统的概念去认识事物时,不仅要指明它的构成部分及关系形式,而且要指明这些部分的正负反馈,整体的调节和控制,系统的运动变化和发展。层次则是指物质结构与物质系统之间的相互关系和不同地位,是结构与系统的结合关系。三者共同构成认识和揭示事物本质的三个环节,其中尤以系统与层次更为重要,因为自然界就是由无数相互联系、相互作用、相互制约的不同系统、不同层次构成的统一体。因而物质系统与层次之间不但构成纵向关系、横向关系,并且还有纵横交错关系。不断认识和揭示这种关系,并依此作为相似类比的根据,方能在更广阔的范围揭示未知,也就是动态高于静态的缘故。

3.2 神似胜于形似

相似类比可以是形似的类比,也可以是神似的类比,前者发挥的功能是再造(或再现),后者的功能是创造。沉积相、构造相的识别,构造性质的鉴别,沉积环境的识别等,都属于再造之列,以相似特征的类比恢复它们的本来面目,属形似类比的范畴。形似与神似是借用绘画、雕塑的术语和概念,藉以区别相似类比的两种层次和两种功能,所以有必要对神似的含义加以说明和界定。所指的神似有两个方面:一是相似形象已非单纯的原始态,而是组合或结合的一种新形象;二是相似形象后面所隐藏的相似原理。

朱夏教授提出中、新生代盆地原型与古生代盆地原型的双重分类,并强调同一体制下不同原型盆地的并列和不同体制下原型盆地的叠置^[8],就是单纯相似形象向新的相似形象的转化,不同的并列、叠置关系,构成内涵不同而又与原型相联系的新形象。以这种新的形象进行相似类比,就可更深刻地揭示盆地形成的运动机制,及其对油气生成、运移、聚集、储存的控制作用。此为神似类比的一种,即系统与层次的类比。

动物冬眠是一种现象,为什么能够冬眠是隐藏在现象后面的原理。这一奥秘经过100多年的探索,最

终为美国科学家所揭开, 证明是因为动物的血液中存在一种能够诱发动物冬眠的物质——冬眠激素^[9]。正是这一奥秘的揭开, 方能模拟动物冬眠原理, 创造出人工冬眠技术, 成为医学界的一大突破; 而且控制冬眠的物质一旦研制成功, 人类就可掌握生命的发条, 那将成为科学史上的伟大突破。这是又一神似的类比。

两例都说明神似类比胜于形似类比, 层次不同、深度不同、功能不同。

3.3 整体大于总和

多种知识的积累是相似类比的基础, 知道纵向相似就可了解过去推知未来; 知道横向相似就可触类旁通, 灵活变异。纵横交错乃当今科学发展的一大特点, 只有相似信息多方位的耦合、碰撞, 方能产生新的思维火花, 而其关键又决定于研究者的知识积累。科学史上不少事例表明, 成功的科学家往往是兴趣广泛的人, 具有多种知识的人比只有一种知识的人更易于创新。

系统论认为整体大于部分之和, 知识积累亦是如此。积累方式有两种: 一是单纯相加的积累; 二是鸡生蛋, 蛋生鸡的衍生积累。前一类积累是有限的, 后一积累却可使有限变无限。关键是能否对积累的相似信息进行有效的、不断的组合, 能否透过现象找出隐蔽的原理, 因为任何事物都是由相似结构、相似系统、相似层次所构成, 并由一种深奥的原理相联系。组合是为了寻找相似信息的结合点, 创造出一种新的相干、相关的新形象; 探寻原理是为了导出一系列的相似变化。如此不断联想、不断思维, 就能够将头脑中储存的相似信息, 一而再, 再而三, 三而无穷的衍生、发展和深化, 达到相似信息的不断丰富, 思维能力的不断活跃。

相似类比的创新就是要找出两事物的相似点与结合点。有些事物似乎是风马牛不相及, 但有心人却能发现它们之间的相似点。例如山脉与植物在一般

人的眼里似乎没有相似点, 但许靖华教授^[10]却能将植物的解剖用于山脉的比较解剖, 正如他的论证: “因为推崇造山运动的变形作用是一持续积累的过程, 它促使我在植物解剖中寻求类比物”, “阿尔卑斯山的演化……最终是一种与海底扩张相对应的造山过程, 在这点上它与植物的持续生长更为类似, 因为植物从发芽到鲜花盛开的整个过程都是渐变的。”藉以说明“阿尔卑斯山并非一日而为, 也不是在造山运动剧烈期形成; 而是由于板块不断漂移缓慢形变演化历史的产物。”利用“蓝图”方式分析山脉的生长或构造演化, 实质上也是研究造山过程的模式类比。这就要求既要有纵向思维, 也要有横向思维, 纵横交错方能发挥相似类比的最佳功能。思维的多元化与知识积累没有必然关系, 但广泛知识的积累, 特别是衍生积累的锻炼却能激发思维的活化。

知识的动态积累, 思维的不断活化, 方能产生整体大于部分之和的功能。

参 考 文 献

1 任宏斌, 孔志平, 李东旭. 应用翁氏旋回理论预测中国天然气探明储量的增长趋势. 石油与天然气地质, 1996, 17(2): 213~ 216
2 林克湘, 张昌民, 刘怀波, 等. 青海油砂山油田迷宫式分流河道砂体地质模型的建立. 石油与天然气地质, 1995, 16(2): 98~ 109
3 刘震, 张万选, 张厚福. 模式识别在预探井钻前储层预测中的应用. 石油与天然气地质, 1994, 15(2): 121~ 126
4 小井. 奇特的蜂窝. 新民晚报, 1998- 02- 24, 第 26 版
5 叶文. 微型火箭. 新民晚报, 1999- 01- 19, 第 26 版
6 姜衍文, 吴智勇. 新灾变论与当代地学思维. 见: 姜衍文, 吴智勇. 著. 全球地质学导论. 陕西西安: 西北大学出版社, 1995. 21~ 28
7 赵重远. 论含油气盆地的整体动态综合分析. 见: 赵重远, 刘池洋, 姚远, 编. 含油气盆地地质学研究进展. 陕西西安: 西北大学出版社, 1993. 3~ 18
8 朱夏. 板块构造与中国石油地质. 见: 朱夏. 论中国含油气盆地构造. 北京: 石油工业出版社, 1981
9 王小波. 神奇的人工冬眠. 新民晚报, 1999- 01- 19, 第 26 版
10 Hsu K J. The concept of tectonic facies. Bull Tech Univ Istanbul, 1991, 44 (1-2): 25~ 42

SIMILAR ANALOGY IN GEOLOGIC RESEARCHES

He Zi'ai Yang Jianchao

(Oil & Gas Geology Editorial Board, Jingzhou, Hubei)

Abstract

Similar analogy is an approach of discovery, creation, prediction in scientific researches. A basic principle of geological

research is that the present is the key to the past and this is closely related to similar analogy. The analogy is a logic method but dominated by thinking in images which is the foundation of analogy and the start point of association and summary. The principles of analogy are that: 1. dynamic state is higher than static state, that is to say, static textural analogy must be improved to systematical and coherent dynamic analogy; 2. resemblance in spirit is louder than that in appearance, the function of that is creation and this is reconstruction; 3. entity is greater than sum in the accumulation of knowledge and the key must be adopted derivative method which is constantly assembled for similar information and sought for principles through phenomenon.

Key Words: similar analogy logic method thinking in images

《石油与天然气地质》改版启事

《石油与天然气地质》1999 年将以新的形象迎接新世纪的到来,这是读者的需要、作者的需要、时代的需要,我们诚望仍然得到社会各界的支持与厚爱。

新版本《石油与天然气地质》为大 16 开,彩印封面,并设置:前沿探索、争鸣论坛、油气空间、技术经纬、科研思维与方法、书评、消息报道诸栏目。我们将一如既往地报道作者有价值的研究成果,满足广大读者高层次的需求。为增强期刊的学术性、前沿性、综合性,我们特别欢迎前沿探索、学术争鸣、科研思维方法等栏目的来稿,只要达到

刊出水平,将优先发表。同时也征集典型的、新颖的宏观或微观的地质现象照片,以具科学价值,又有艺术品味者为首选,在封面的显要位置刊出。

《石油与天然气地质》为全国优秀科技期刊、自然科学核心期刊,被国内外权威检索系统所收录,在石油与天然气领域享有一定的声誉,所刊论文和广告,都能在国内、国外产生广泛的影响,诚望诸君善作选择。

《石油与天然气地质》编辑部

1999- 03- 08