

文章编号:1004-4116(2022)01-0001-11

一个新颖的哲学理论： 突现论及其在地质上的应用

张旗

(中国科学院地质与地球物理研究所,北京 100029)

摘要:突现论是一个崭新的哲学理论,只有100多年的历史,但是,突现论已经崛起为复杂性系统的核心理论,成为近期哲学领域研究的热点之一。突现论认为,世界是由不同层级(或层次)构成的,不同层次按照事物的复杂程度不断提高划分的。世界基本上有三大层次,从低到高为物理、生命和心灵。突现论有4个特征:1,不同层次性质不同,高层次性质来源于低层次;2,突现具有不可预测的新颖性;3,不可还原性;4,高低层次之间存在因果关系。文中简要介绍了突现论的概念并探讨了突现论在变质岩、岩浆岩、矿床学以及地球演化研究中的可能的应用,希望能够对科学研究的进一步发展有利。

关键词:哲学;突现论;层次;变质岩;岩浆岩;矿床学

中图分类号:B 804. 4;N 05

文献标志码:A

1 前言

突现论是一个崭新的哲学理论,说它新,有几个原因:1)它只有100多年的历史;2)它是学术界的新面孔,查阅中国知网,以“哲学”为主题的中文词条有380592条之多,而“突现”仅有143条(2021-10-21统计);3)中文最早提到突现的哲学论文是1984年,直到1994年,“突现”一词才出现在哲学论文的标题中;4)直到2003年,经全国科学技术名词审定委员会审定,中国才正式承认了这个哲学术语;5)直到今天,中国研究突现论的哲学家仅寥寥几十人,而将突现理论应用于自然科学界的论文几乎是空白(张华夏,1994)。因此,“突现”可谓新颖之极。突现理论虽然出现很晚,却异军突起,已占据现代科学时代复杂性科学体系的核心地位(颜泽贤,1993;董伟,2011;齐磊磊,2012)。我们知道,在量子时代,即现代科学时代,是以相对论、量子力学和复杂性科学体系为标志的,复杂性体系是一门崭新的哲学理论,是具有指导现代科学发展的风向标的作用的,而突现论则已经成为复杂性科学体系的核心,说明这个理论之重

要。

突现理论源自自然科学(具体为化学,据吴畏,2013)。化学有化学的突现问题,物理学有物理学的突现问题,生物学有生物学的突现问题。那么,地质学呢?地质学也应当有地质学的突现问题。我们研究自然科学的不熟悉哲学,对突现更是一无所知,笔者也是在最近才接触到这门知识的。笔者阅读了一些有关突现论的文献,虽然理解肤浅,但发现它对我们的科学研究非常有用,我们的许多研究可以用突现论来解释,于是产生了想将其介绍给大家的想法。由于哲学是一门抽象的、非常严密的、逻辑性非常强的学问,哲学术语非常拗口,一般人读来非但难于理解还往往使人感到困惑。笔者在这里尽量采用比较浅显的语言予以表述,希望不会有太大的失真。

下面先介绍突现论的基本概念,然后尝试如何将突现论应用于变质岩、岩浆岩、矿床学以及地球演化研究中,看看能够得出什么启示。

2 突现论简介

“突现”一词 Emergence,意为“浮现”、“出现”、

收稿日期:2021-04-11

基金项目:中国科学院地质与地球物理研究所岩石圈演化国家重点实验室项目《镁铁—超镁铁岩大数据研究》(81300001)资助的研究

作者简介:张旗(1937~),男,研究员,岩石学和地球化学专业。E-mail:zq1937@126.com

“涌现”、“突然发生”等的意思,是当代复杂性科学研究的前沿领域。什么是复杂性科学?目前哲学界还没有一个权威、系统的定义。据 MIT 物理学家塞斯·劳埃德(S. Lloyd)的统计,目前至少有 45 种关于复杂性科学的不同定义。此外,关于“系统”的定义,据瓦·尼·萨多夫斯基的统计,在文献中流传最广的定义就将近 40 种(以上见董伟,2011)。看来,哲学界目前大概是处于群雄混战的大辩论阶段。但是,无论如何,一个公认的事实是,“突现论”已成为当代复杂性科学研究的中心概念之一。以研究复杂性理论著称的美国圣菲研究所已明确提出:“复杂性,实质上就是一门关于突现的科学,我们面临的挑战,就是如何发现突现的基本规律(霍根,1997)。”

那么,什么是突现理论呢?突现貌似很复杂,其实很简单,例如在化学反应中,我们把气体氨和气体氯化氢混合在一起,得到的化学反应产物是白色的固体氯化铵,这就是突现。又如我们把 C、H、O 三个元素混合得到糖,糖的甜味是 C、H、O 三者所没有的,这也是突现(陈靖卿,2017)。在上述实例中,氨和氯化氢为低层次的产物,混合形成的固体氯化铵属于高层次,高层次的氯化铵来自低层次的氨和氯化氢,但却具有氨和氯化氢所不具有的新颖的性质。C、H、O 三种元素是低层次,混合得到的糖属于高层次,同样,高层次的糖具有低层次的 C、H、O 所不具有的糖的甜味。按照上述逻辑推理,氢和氧混合形成水也是一种突现,但是,高层次水的性质完全不同于低层次的氢和氧。

陈靖卿(2017)指出,突现是从一个复杂体系内部突然出现的新的结构或新的性质(例如上述的氯化铵、水和糖),这是早先没有出现过的新特征,在宏观的层面上被定义为突现。这就是一种不确定的、不可预测的机制。复杂性系统中的一些出乎意料的、让人惊奇的现象被描述为突现。又如最近新冠病毒猖獗,搅得全球不安。让人们措手不及的是,新冠病毒不断变异出新的、很难预防的毒株,这也是一种突现。可见突现是复杂系统中各部分相互作用产生的一种异变,代表了系统中出现的无法预测的行为,难以想象的变化(陈靖卿,2017)。

突现论是 19 世纪英国哲学家路易斯(L. H. Lewes)于 1875 年提出来的。在 19 世纪末 20 世纪初英国出现了一个突现主义学派,他们以“突现”为核心概念,构建了一个包含世界观、认识论和方法论的层次突现进化的哲学体系(范冬萍,2005)。例如我们所熟悉的量变质变规律其实就是突现的一种形

式。著名的加拿大哲学家邦格在 2019 年出版的《涌现与汇聚:新质的产生与知识的统一》(笔者注:涌现即突现)书中,即把恩格斯提出的“从量变到质变的转换”思想与现代系统科学的“突现”思想联系起来,强调:“突现概念的重要性在过去一个世纪得到了许多思想家的重视,恩格斯对质变进行了很多的研究,他提出了‘量变向质变转换’的观点(即:突现是量变的结果)”。恩格斯的量变质量互变规律似乎是复杂性突现现象的一种表现,而创立了沙粒雪崩模型的丹麦物理学家巴克(Per Bak)在其著作中也强调“质量是从数量中突现的”(以上据范冬萍和韩滨宇,2020)。

英国学者指出,首先,突现的实质是指不同层次之间的关系,他们提出:(1)世界是由层级结构组成的,不同层次是按照事物的复杂性程度不断提高划分的。世界基本上有三大层次,从低到高为物理、生命和心灵。每一大层次中还可再划分为若干小的层级,例如物理层级可进一步划分为电子、原子核、原子和分子等,而心灵的层次又可划分为感觉、知觉与理智等。从一个层次到一个更高的层次的发展被称为突现进化,而每一层次都对应着一门或几门专门的学科。(2)突现规律即跨层阶规律,高层次性质是从低层次性质中突现出来的,它由跨层次的“突现规律”所支配。其次,他们指出突现具有 4 个特征:(1)突现性是高层次所具有的新性质,高层次 B 具有低层次 A 所不具有的性质。高层次性质来源于低层次,那是它的根。(2)突现具有不可预测的新奇性,也就是说,在突现出现之前,即使我们已经了解了它的组成及规律,也不能预言它的出现。(3)突现表现为层次间具有不可还原性,高层级性质是从低层级性质中突现出来的,它既然出现了,就不可能再还原为低层级了。(4)高低层次之间存在因果关系(范冬萍,2005)。

“从一个层次到一个更高的层次的发展被称为突现进化,而每一层次都对应着一门或几门专门的学科。”这句话很有深意,以地质学为例,随着科学的进步,从地质学里面的岩石学演变(突现)出沉积岩岩石学、岩浆岩岩石学和变质岩岩石学。在这里,岩石学是一个层次,它突现进化为 3 个学科,每一个学科都比岩石学高了一个层次。如岩浆岩岩石学是从岩石学脱胎(突现)出来的,岩石学是它的根。但是,岩浆岩岩石学与岩石学不属于一个层次,是一个更高层次的,而岩石学显然是低层次的(是普通地质学教科书的内容之一),岩浆岩岩石学层次高于岩石学

这个层次,而且对应着一门岩浆岩岩石学学科。岩浆岩有不同的化学成分,随着研究的深入,遂从岩浆岩岩石学中分出岩石化学、微量元素地球化学、同位素地球化学等学科。岩石化学、微量元素地球化学和同位素地球化学是更高层次的,且对应着地球化学这门新的学科。在这里,岩石学为第一层级,岩浆岩岩石学为第二层级,地球化学为第三层级。下一个层级比上一个层级更加复杂,下一个层级是从上一个层级演变来的,二者是有联系的。事物的发展到此并未结束,现在又出现了纳米地质学,纳米岩石学和纳米矿物学,这是新开辟的领域,是一个更高的层次的学科。按照这个趋势,今后还会出现量子地质学、量子岩石学和量子矿物学,是否如此?让我们拭目以待。

3 突现论在变质岩研究中的应用

按照突现理论,突现是一种自然现象,是事物发展过程中方向上的一种质变,是关键转折点。因此,从量变到质变,质变即是突现的一种表现形式。从复杂性科学的角度,我们可以考虑一个比较简单的系统状况:当一个系统的参数保持不变的情况下,系统处在稳定的平衡态;而如果系统的参数不断增加,系统便越来越远离平衡态,当超过一定的稳定阈值时(越过了系统的平衡点)即发生了质变。也就是说,系统参数的持续性变化会导致系统的失稳或者失衡,导致系统性质发生根本性的变化。

雪崩就是一种突破临界点的质变过程,而突变的过程就是从量变到质变的转化,也就是由一种质态向另一种质态的转变。因此,在某种意义上我们可以说,临界点理论是质量互变规律在当代复杂性科学中的一个例证。哲学家巴克曾经做过一个雪崩实验,虽然他使用的是沙粒而不是雪。他在研究沙堆模型时发现,在沙堆极为陡峭进入临界态时,单个沙粒的降落会推动一个或多个沙粒从而使沙粒从沙堆上滑落,而滑落的沙粒又同样地以链式反应的方式和其他沙粒相互作用,从而导致越来越多的沙粒离开沙堆的雪崩事件。巴克认为,大的雪崩不是事物逐渐的改变,而是量变的积累引发了突变,雪崩现象是把质和量的行为联系在了一起,从而形成突出现象的基础。恩格斯在《自然辩证法》中也表述过类似的自然现象(中共中央马克思恩格斯列宁斯大林著作编译局,2018)。他说:“电流必须达到一定的最低强度才能使电灯泡中的白金丝发光,每种金属都有自己

的白热点和溶解点,每种液体在已知的压力下都有其固定的冰点和沸点”,“每种气体都有其临界点,在这一点上压力和冷却能使气体变成液体”。恩格斯认为物理学的一些基本常数,很多是引起物体性质变化的关节点标志,“在这些关节点上,运动的量的增加或减少会引起相应物体的状态的质变,所以在这些关节点上,量转化为质”。

变质岩本质上是遵循量变质变规律的,质变是突现的一种,故也是突现论研究的内容。众所周知,量变是能量的积累,量变通常不会导致事物性质根本性质的变化。这时,人们关注的应当是临界点,临界点即量变与质变之间的界线。一旦达到临界点即发生质变,质变即改变事物的属性。地下岩石总是在不断变化中,不是伸展就是挤压,要不就是剪切。重要的是这种量变的积累会不会达到岩石破裂的临界点以及临界点的标志是什么?由于地层不同、岩性不同、温度不同、水含量不同、构造应力的来源、方向、强度不同,导致这些因素综合引发的挤压伸展变化不同。因此,临界点很难把握,不确定性要素很多。地震很难预测,原因可能即此。

变质岩在不同温度压力条件下发生的变化也如此,主要体现在变质矿物组成上。变质岩随温度压力增加的路径上可以分为几个层次,如图 1 所示。

第一个层次为绿片岩相,是沉积岩或火成岩变质达到的第一个阶段(绿片岩相之前的阶段暂不考虑),形成的标志矿物是绿泥石 + 阳起石 + 绿帘石 + 钠长石,具片岩构造(图 1 中 A 矢量的(A)层次)。变质岩的面貌完全不同于它之前的沉积岩和火成岩,显然属于层级意义上的变化,是具有质变性质的变化。

随温度压力增加,绿片岩相变得不稳定,遂转化为第二个层次:角闪岩相(图 1 中 A 矢量的(B)层次)。这个层次的产物以角闪石 + 斜长石为代表,是低层次绿片岩相的(A)层次所没有的,比绿片岩相的层次高,具新颖性((B)的性质完全不同于(A))。

第三层次为麻粒岩相,代表性的组成矿物是斜长石 + 石榴石 + 辉石,比角闪岩相又高了一个层次(图 1 中矢量 A 的(C)层次)。

变质岩为什么可以用突现论解释,是因为上述演化基本上符合突现论的几个标志:

(1)突现性是高层次所具有的新性质,高层次 B 具有低层次 A 所不具有的性质。高层次性质来源于低层次,那是它的根。例如从绿片岩相到角闪岩相的转变,角闪岩相是高层次 B,它具有低层次绿片岩相

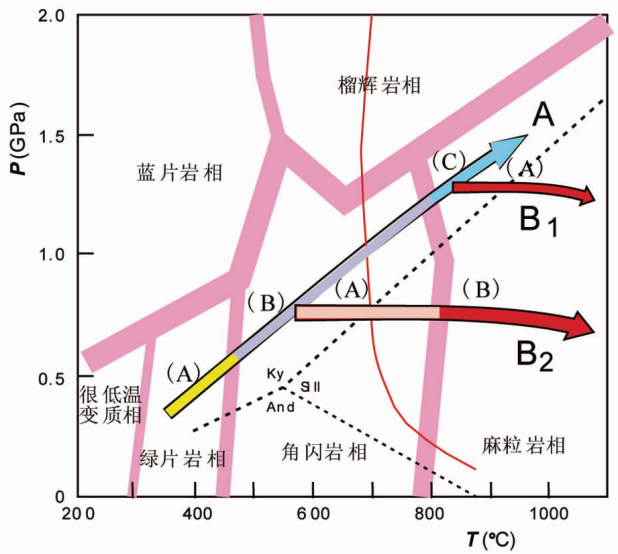


图1 变质岩演化及部分熔融的相图

Fig. 1 Diagram illustrating evolution and partial molten phase of metamorphic rock

图中矢量A示变质岩随温度压力增加的相转变轨迹, 矢量B₁和B₂示不同压力下部分熔融的轨迹。在变质岩相转变过程中, 不同层级分别以字母(A)、(B)、(C)表示。(A)示其温压条件位于绿片岩相背景, 突现发生在从绿片岩相转变为角闪岩相的480℃温度下, 变质岩从低层次(A)突现为高层次(B), 在温度800℃时突现为更高的层次(C), 进入麻粒岩相。图中水平方向的矢量代表等压升温的部分熔融过程中突现的规律, B₁和B₂示不同变质压力下的部分熔融过程。在0.75 GPa的低压部分熔融过程中(如矢量B₂), (A)为低层次部分熔融, 至800℃突现为高级的(B)层次。可以预期的是, 在(B)层次部分熔融形成的熔体及残留相应当不同于(A)层次的熔体与残留相

A所不具有的性质。它来源于绿片岩相, 那是角闪岩相的根。角闪岩相已经从绿片岩相那里突现出来, 就已经不属于绿片岩相那个层次了, 而构成了一个新的阶层并拥有自己角闪岩相特殊的规律。同样, 从角闪岩相B转变为麻粒岩相C也是一个突现, 麻粒岩相C具有与角闪岩相B不一样的新颖的特征。

(2)突现具有不可预测的新奇性。也就是说, 在突现出现之前, 即使我们已经了解了它的组成及规律, 也不能预言它的出现。在这里, 角闪岩相的角闪石 + 斜长石不同于绿片岩相的绿泥石 + 阳起石; 麻粒岩相的斜长石 + 石榴石 + 辉石组合也不同于角闪岩相的上述组合, 具新颖性。

(3)突现表现为层次间具有不可还原性。高层次性质是从低层次性质中突现出来的, 它既然出现了,

就不可能还原为低层级了。在这里, 绿片岩相既然已经转变为角闪岩相了, 就不可能再还原回去。同样, 榴辉岩相也不可能再还原回角闪岩相和绿片岩相。有人会说, 榴辉岩退变质也可以返回角闪岩相和绿片岩相。是的, 但是, 退变质的面貌已经完全不同角闪岩相和绿片岩相的面貌了, 如图2所示, 它虽然保留了榴辉岩相残余的面貌, 而根据退变质的后成合晶组合, 该变质岩属于角闪岩相。

(4)高低层次之间存在因果关系。突现论概念下的因果关系, 不同于我们早先理解的因果关系。突现论认为, 因果关系可以分为向上的因果关系和向下的因果关系(范冬萍, 2005)。这是一个新的问题, 我们是否可以这样理解: 一个可能是温度压力增加时的因果关系, 另一个是温度压力下降时的因果关系。温度升高所产生的高层次产物的物质(如麻粒岩相的石榴石 + 单斜辉石 + 斜方辉石 + 斜长石)是由低层次物质(角闪岩相的斜长石 + 角闪石)提供的, 它们之间具有因果关系(可称为向上的因果关系)。长英质的角闪岩相产生的麻粒岩相必定也是长英质的; 基性的角闪岩相突现为基性的麻粒岩相。另一种因果关系主要考虑温度下降时的情况, 例如从榴辉岩相退变质为角闪岩相时, 退变质后成合晶中的组成矿物斜长石和角闪石等(图2左), 主要是利用了榴辉岩相的材料, 这是另一种因果关系, 即向下的因果关系。

于是, 退变质也可以理解为另外一种因果关系, 是高层次的部分组成矿物在温度压力下降时与高层次矿物(石榴石、绿辉石)反应时产生的一些低层次的角闪岩相或绿片岩相的组合。这时, 薄片中的石榴石和绿辉石等矿物属于高压残留相, 真正显示角闪岩相和绿片岩相的是细微的后成合晶的组成矿物以及其他一些可以与角闪岩相和绿片岩相温度压力条件平衡的一些矿物。后成合晶的物质来源于早先的物质。

如图2(左)所示, 具有退变质特征的变质岩, 整体面貌上类似原先的高层次榴辉岩相的面貌, 但是, 由于后成合晶的出现, 实际上已经不属于榴辉岩相。变质岩的上述反应, 早先是用量变质理论来解释的, 现在, 也完全可以用突现论来解释, 而且可以解释得更加清楚和合理。

上述变化产生了3个层级: 绿片岩相(第一层级A)属于最低层级, 随着温度压力升高, 绿片岩相变得不稳定, 转变为角闪岩相。角闪岩相(第二层级B)的材料来自绿片岩相, 但是产出的物质(角闪石 +

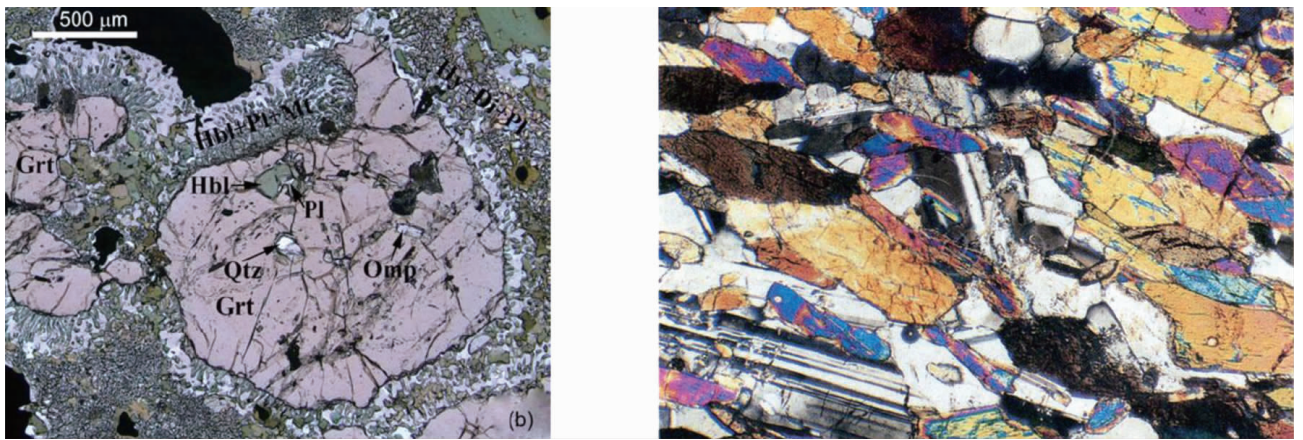


图 2 榴辉岩相退变质形成的后成合晶结构与进变质角闪岩薄片观察的对比

Fig. 2 Symplectic structure formed by eclogite facies retrograde metamorphism (left), and prograde metamorphic amphibolite (right)

左图:榴辉岩相退变质为角闪岩相的后成合晶构造;右图:角闪岩相的片麻理构造。对比两个图,右为由绿片岩相突现为角闪岩相的片麻状构造;左为榴辉岩相退变质为角闪岩相的后成合晶残余构造,两个图均属于角闪岩相,但构造完全不同,此即突现论的不可还原性特征的表现

斜长石)完全不同于绿片岩相(绿泥石 + 绿帘石)。麻粒岩相(第三层级 C)比角闪岩相又高了一个层级。上述层级具不可还原性,其不同的相转变温压条件即突现发生的关键点。科学研究的一个重要任务就是抓住这个物质属性转变的临界点或关键点,即突现转换的条件。搞清楚这个临界点,查明影响临界点变化的诸要素,即能明白事物变化的规律,即可对其加以利用。

上述变质反应可用下式表示:



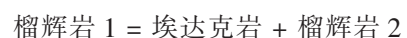
等式前为低层次的产物,以变质岩 1 代表;等式代表升温作用,等式后以变质岩 2 代表,为高层次的产物。低层次的变质岩 1 是在低温条件下稳定存在的组合,而高层次的变质岩 2 由低层次变质岩 1 演变来,但是是在更高的温度下稳定存在的,它(变质岩 2)具有低层次(变质岩 1)所不具有的新的特质,而且有水被分出。

上述主要反映了正常情况下的进变质变化。这时,如果有来自软流圈地幔的上涌或玄武岩底侵在地下壳底部,这将使地下壳底部的变质岩温度突然升高。温度升高,打破了变质岩原有的平衡,改变了变质岩的进程,迫使其中断了随温度压力升高的变化,而改变为沿着等压(或稍许降压)升温的路径发生变化(从矢量 A 变为矢量 B,图 1)。温度升高,发生了等压升温条件下的变质作用变化,这个变化完全不同于矢量 A 的规律,是另一个新的在外部条件干扰下的新的突现变化。如图 1 所示,例如矢量 B2,

当温度升高到(A)处(700°C)时遭遇了湿固相线,开始发生部分熔融,形成熔体和相应的残留相(A),为低层次角闪岩相阶段。当温度达到 800°C 时,进入麻粒岩相(图 1 中的 B 层次),产生的熔体 B 属于高层次,不同于低层次的 A 熔体,高层次的残留相 B 也不同于低层次的残留相 A。

因此,地幔上涌是变质岩发生突现(矢量 B)的一个新的来源,它与前述量变质变(矢量 A)没有关系,地幔上涌带来的热改变了变质岩原有的平衡是一个无法预测的突现事件,它导致了部分熔融作用,产生了新颖的花岗质熔体(这是变质岩上述突现过程中所没有的),还伴随熔体的产生形成了新颖的变质岩残留相,残留相是高层次的,由于温度增加(压力不变)它由低层次的低温变质岩转变为高层次的高温变质岩(变质的压力条件基本上不变),残留相成分也由于中酸性熔体的分出而变得更加基性。在温度升高的过程中,我们甚至不知道它在什么温度条件下会发生部分熔融,发生几次部分熔融,可以分出几个层次?上述的层次性,新颖性,不可还原性,因果性,说明变质岩部分熔融作用的确是突现论一个完美的例证。

如果地幔上涌发生在榴辉岩相部位,部分熔融形成的熔体将具有埃达克岩的特征,留下的残留相仍然为榴辉岩相(有石榴石,无斜长石),可表述为下式:



上式中,榴辉岩 1 是部分熔融前的变质岩,等式

代表部分熔融,榴辉岩 2 是部分熔融后留下的残留相变质岩 1,新奇的是埃达克岩的产生,它源于榴辉岩 1,它的出现导致了从榴辉岩 1 向榴辉岩 2 的转变,榴辉岩 1 属于低层次,榴辉岩 2 为高层次,埃达克岩与榴辉岩 2 处于平衡(而不是榴辉岩 1)。

4 突现论在岩浆演化中的作用

例如,玄武岩岩浆演化即可以用突现论予以解释。玄武岩结晶分离作用是玄武岩最重要的演化方式,在一个比较大的岩浆房中,由地幔部分熔融形成的玄武质岩浆是具有初始岩浆性质的,即富镁的。随着岩浆房温度的降低,岩浆会发生分离结晶作用,首先结晶出橄榄石,橄榄石由于比重比玄武质岩浆大,可以克服岩浆的粘性而下降沉淀于岩浆房的底部堆积起来形成橄榄石堆晶岩,这个过程可表达为下式:

$$\text{玄武质岩浆 1} = \text{橄榄石} + \text{玄武质岩浆 2}$$

上式中,等式左边的玄武质岩浆 1 为低层次的原始岩浆,等式右边是温度下降导致岩浆发生分离结晶作用的产物,由橄榄石矿物 + 残余岩浆组成。橄榄石是新出现的,是原始岩浆中没有的,具新颖性。在这里,等式左边是第一层次,等式右边是第二层次。

温度继续下降,结晶出橄榄石后留下的残余岩浆 2(相对原始岩浆更加富铁)结晶出辉石,残余岩浆成分改变为玄武质岩浆 3,相应的反应式为:

$$\text{玄武质岩浆 2} = \text{辉石} + \text{玄武质岩浆 3}$$

形成的辉石下沉到岩浆房底部,在橄榄石堆晶岩上部形成辉石堆晶岩层,而结晶出辉石后留下的残余岩浆 3 的铁质更高了。这是第三个层次。

温度继续下降,出现辉长岩堆晶岩,相应的反应式为:

$$\text{玄武质岩浆 3} = \text{辉长岩} + \text{玄武质岩浆 4}$$

此即第四层次了。如果此时玄武质岩浆的温度已经低至不会再有新的矿物结晶出来,留下的玄武质岩浆 4 即结晶形成具均质结构的辉长岩,这是富铁的玄武质岩浆,已经没有了初始岩浆的化学成分特征了,其四个层次反映在不同的堆晶岩中:第二层次的橄榄石堆晶岩,第三层次的辉石堆晶岩及第四层次的辉长岩堆晶岩。在这里,橄榄石堆晶岩相对于原始岩浆是崭新的,辉石堆晶岩不同于橄榄石堆晶岩,具新颖性;辉长岩堆晶岩不同于辉石堆晶岩,也具有新颖性。而且它们不可能再还原回原始岩浆状态。上述一系列堆晶岩具有因果关系,橄榄石结晶出

以后的残余岩浆由于温度较低更加富铁才能再次结晶出辉石,而结晶出辉石以后留下的残余岩浆由于温度更低岩浆更加富铁从可能结晶出斜长石,使之与结晶出的辉石共同组成堆晶辉长岩。而随着上述演化,玄武岩成分不断发生变化,使得与橄榄石平衡的残余岩浆 2,与辉石平衡的残余岩浆 3 都没有保留下来,只有堆晶最后阶段的残余岩浆 4(或残余岩浆 5)达到岩浆结晶的温度才得以保存下来。其间的过程只可能依靠堆晶岩的情况来进行推测。

为什么可以这样解释?是因为上述岩浆演化过程基本上符合突现论的 4 个特征:即不同层次具有不同的性质、新颖性、不可还原性和因果性(范冬萍, 2005)。

5 突现论在矿床学研究中的应用

5.1 成矿过程中的突现性

成矿作用基本上是一个化学变化,化学变化即是突现,故成矿作用适合用突现论来解释。矿床是一个复杂体系,矿床学最适合采用不确定性理论进行研究,包括混沌理论(研究含矿热液从初始生成到演化的一系列过程)和突现理论(主要研究从含矿热液如何转变为固体矿床),其中尤以突现论最为关键。如上所述,含矿热液本身就是一个复杂性系统,它的来源非常复杂,可以来源于地幔、下地壳,热液向上运移过程中与围岩交换加入的物质,热液上升过程中裹挟的物质以及与周围物质交换的产物,直至大气水的带入。这些都是不确定的,无法预知的。如果假定在下地壳底部形成的初始含矿热液为 H_0 (Ore-bearing hydrothermal, 简化为 H),热液上升发生一系列反应, H_0 将改变为 H_1, H_2, H_3 等,一直到 H_N (假定 H_1, H_2, H_3 等为液态或气态, H_N 为固态)。如果 H_N (矿床)已知,而从 H_N 返回到 $H_{(N-1)}$ (设 $H_{(N-1)}$ 为液态或气态)的过程我们也很难确切知道。上述 $H_1, H_2, H_{(N-1)}$ 等应当是一个一个层次的突现,这些突现都是不可预知的,是人们所不了解的。突现的规模和层次可能有大有小,但都是一种具有质变含义的变化。尤其当热液与大气水交汇时,在大气水临界面附近发生剧烈的化学反应,形成了矿床,终结了热液的一系列过程,是确确实实的突现,是一个最具有价值的突现。正是由于这个突现,矿液才变成了矿床,无疑这就是矿床学研究的关键点。这个从液态或气态到固态的成矿过程,这个“突现”的实现,按照哲学的说法,应当是由于系统(含矿热液)中各部分相互作用、

相互补充、相互制约而激发出来的一种相干效应,即叠加效应或共振效应的结果(陈靖卿,2017)。

根据上面的介绍,从 $H_{(N-1)}$ 到 H_N 显然是“跨层的突现”,是从低级的层次跨越到高一级的层次。这个跨层是“不可还原的”,它完全符合突现的上述 4 个特征:

(1) 高层次(H_N)比低层次($H_{(N-1)}$)具有的“新性质”,即“高层次 H_N 具有低层次聚合体($H_{(N-1)}$)所不具有的性质”。高层次性质的 H_N 来源于低层次($H_{(N-1)}$)的存在,那是 H_N 的根。但是既然它从那里突现出来,就已经不属于那个层次了,而构成一个新的阶层并拥有自己特殊的行为规律。

(2) “突现具有不可预测的新奇性”。也就是说,在 H_N 突现出现之前,即使我们对支配它的组成部分的特征($H_{(N-1)}$)及其规律有完备的认识,也不能预言 H_N 的出现,也不能准确知道 H_N 是什么。

(3) 突现表现为层次间具有不可还原性。每一个层次都具有某些基本的、不可还原的性质与规律,高层次性质(H_N)是从低层次性质($H_{(N-1)}$)中突现出来的。它由跨层次的“突现规律”所支配,“突现规律”具有根本性和不可还原性,即 H_N 不可能再返回 $H_{(N-1)}$ 的状态。

(4) 高低层次之间存在着两种因果关系。一种因果关系可以理解为:高层次的 H_N 是由低层次的 $H_{(N-1)}$ 形成的, H_N 不能脱离 $H_{(N-1)}$ 而独立, H_N 与 $H_{(N-1)}$ 具有因果关系, ($H_{(N-1)}$) 是因, H_N 是果。另一种相反,按照范冬萍(2005)的解释,是高层次具有低层次所不具有的性质并对其组成部分(低层)有支配作用。在这里, H_N 具有 $H_{(N-1)}$ 所不具有的性质并对 $H_{(N-1)}$ 有支配作用,暗示固结的矿床(H_N)保存有低层次($H_{(N-1)}$)的某些信息,可以反演($H_{(N-1)}$)的某些性质。无疑,这也是一种因果关系,是研究中经常需要用到的关系。

研究表明,矿床的突变点或关键点主要发生在两处:一个是上面说到的大气水临界面位置;另一个是断

层。例如大岩体有利于成矿还是小岩体有利于成矿的问题,其实质就是一个构造问题。一个大岩体侵位到地壳浅部,一般会对周边围岩产生强烈的挤压作用,例如引起岩体顶部地层的拱起,形成一个背斜构造,背斜造成地层弯曲,伸展,产生断裂,出现裂隙(主要是张裂隙)。这时,未固结的岩浆即可挤入(或被吸入)上述断层或裂隙,形成小规模岩体。因此,一个小岩体即代表一个构造,一个断层。有些断层有岩体侵入,有些没有;有些断层有岩体侵入还伴随流体,有些断层有岩体侵入却不伴随流体;有些断层仅有流体进入而无岩体,有些断层没有流体进入;流体有的含矿,有的不含矿等等。含矿的流体在合适的位置上汇聚、交代、与围岩发生反应或因温度下降而成矿;有些流体则分散了、消失了而不成矿。这些,均与构造有关。断层有利成矿还在于断层可能导致压力的释放,产生瞬间压力“真空”,即通常所说的压力致裂作用。压力的瞬间变化,也可能导致含矿热液性质的突然变化,出现突现效应,有利于从热液转化为矿床。因此,构造也是含矿流体发生转变的重要的关键点和突变点。

大气水同样,这是矿液从开始形成到演化一路行来遭遇改变的最大的突变点了,也是最可能引发突现的部位,也即成矿的最佳部位(图 3;张旗,

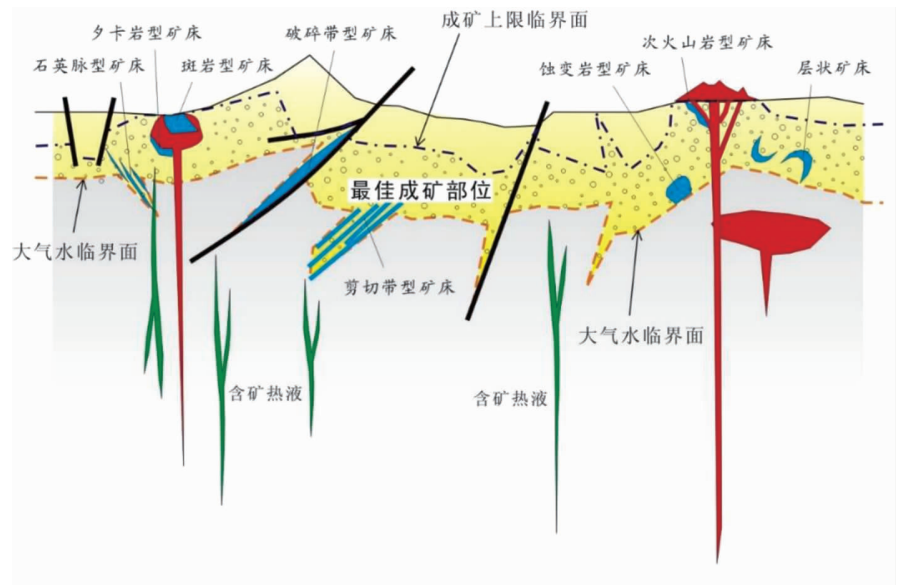


图 3 最佳成矿部位示意图(张旗,2013)

Fig. 3 Schematic diagram of the most favorable metallogenic position (Zhang, 2013)

图中黄色示大气水活动区域,其向下渗透的下界称为大气水临界面(以棕色虚线表示);黑色锁线示成矿上限临界面(大体以100°C为标志);黄色带小圆圈的部分处于上述两个临界面之间。红色示侵入岩和喷出岩;蓝色示矿床;绿色示含矿热液上升通道。

最佳成矿部位在大气水临界面附近

2013)。根据上面的论述,我们已经知道,从液态转变为固态不是一个量变与质变的问题,不是量变积累可以实现的,而是一个突实现象,只适合采用突实现理论来解释。来自深部的热液主要是还原性的,与大气水所具有的氧化性质不同,因此,二者的汇合最容易导致成矿。在这里,含矿热液是一个突变相,大气降水是另一个突变相,二者汇合形成的矿床即交互相。张德会等(2011)指出,地下水的存在和运动控制着热液矿床的规模和分布。季克俭和王立本(1994)认为,侵入无地下水地区的岩浆岩不伴生热液矿床。姜福芝和王玉往(2005)则更加简单明了:“无(地下)水不成矿”。同位素测试的矿床大多存在大气水的痕迹,相反的实例很少(王跃博士面告),足见大气水作为一个成矿的必要因素对成矿的重要性(张旗,2013)。

大气水临界界面是大气水向下循环的下界,是一个极不规则的界面(图3),主要受地表水供应量、温度、岩性、构造等因素的制约。之所以在这个部位最有利于成矿,是因为这里恰恰是含矿热液演化的关键点,各种矛盾集中的爆发现点。

热液或含矿热液本身很复杂,其初始成分基本上是不知道的,在其演化的过程中又极易受各种因素的影响,有些因素互相叠加使效应增强,有些因素互相制约使效应降低或消失,使热液演化过程更加扑朔迷离。这时,包裹体研究即有了用武之地。因为,它是为数不多的可以给出流体演化过程的信息。虽然包裹体给出的信息也具有不确定性,例如一个反应: $A + B = C + D$,如果A、B、C、D都有或一部分有包裹体保留,你所测定的包裹体代表反应的哪个载体也是很难确定的。因此,矿床学与岩石学比较,其复杂程度不知道增加了多少倍。而正是由于矿床学的复杂性、不可预期性和新颖性,才带来矿床学更多的问题,更多的不可知性、偶然性、模糊性,才激起人们更加努力探索的激情。

突实现具有质变的特征,但它不是质变,无需量变的积累,是突发性的,不可预测的。矿床有大有小,品位有高有低,矿石种类繁多,组成变化多端,主要看突发事件导致的相干效应,叠加效应和共振效应的结果。如果效应不断放大,即可在合适的情况下形成较大规模的矿床,如果突发效应不明显,热液含矿规模小,则不可能形成规模很大的矿床,这些均很难预测。成矿本身就是一个不确定的事情,再加上突实现理论的叠加,使其更加不可预期。

5.2 一个按照突实现论找矿的构想

根据上面的讨论,在矿床成矿过程中,从 $H_{(N-1)}$ 到 H_N 的转变具有突实现的性质,是成矿的关键点,它们之间的关系可用下式表述:

$$H_{(N-1)} + X = H_N + R_H$$

此为公式1,表述了从含矿热液转变为矿床的过程。在上式中,只有 H_N 是已知项,其余三项均为未知项。式中 $H_{(N-1)}$ 代表含矿热液,X代表未知条件, H_N 代表固体矿床(例如白钨矿), R_H 代表从 $H_{(N-1)}$ 转变为 H_N 后释放的残余热液(Residual hydrothermal,记为 R_H)。矿床成矿(沉淀)以后必然要释放出一部分热液或含矿热液(R_H),仍然会或多或少含有一些其他有用元素。矿床为什么总是多金属成矿,这可能与剩余的残余热液有关。如果含矿热液同时还含有多种成矿元素,在主体矿床形成时,与主体矿床元素相关的一些其他元素,也可能在合适的条件下按照突实现理论成矿,不过规模不可能与主体矿床相媲美而已(如伴生元素或次要矿床)。例如钨矿成矿的温度很高,如果含矿热液中含有一定量的铅锌元素,铅锌矿床由于形成的温度低,不可能在钨矿成矿时成矿,它仍然留存在残余热液中,这个残余的热液在钨矿成矿后将继续成矿过程的演化(甚至富集),直至温度较低的合适部位聚集成矿。这时的成矿仍然属于突实现事件,其成矿规模可大可小,决定于多种因素(矿液中铅锌富集的程度、合适的矿床聚集条件、含矿热液聚集、浓缩、叠加等效应)。总之,我们千万不要忽略这个残余热液,这也是一种资源,是成矿多样性的一种表现,是继续就矿找矿的重要目标。

公式1中问题最大、最难琢磨的是X,它能够促使含矿热液转变为矿床的条件。例如,含矿热液可以不与其他任何物质发生反应,温度降低直接从热液中沉淀出来,此时的X即相当于温度。由于含矿热液转变为固体矿床的条件或环境非常复杂,除温度外,压力、pH、Eh、氧化还原反应、离子交换反应、不同性质溶液的混合以及地下水等等均有可能。因此,X就是一个不确定的变数。在公式1中,唯一已知的是 H_N ,其余都是未知数,都是需要研究的。

根据矿床学研究的积累,地下水是成矿的关键要素之一,这里,来自深部的含矿热液和来自地表的地下水为不同的突变相,矿床为交互相,于是可以得到下式(公式2):

突变相1(含矿热液) + 突变相2(地下水) = 矿床 + 残余热液

上式中,突变相 1 为 $H_{(N-1)}$,矿床为 H_N ,而突变相 2(地下水)不属于 H (含矿热液)系统,为另外独立的系统,这里称其为 G_w (Groundwater,地下水),残余热液为 R_H ,于是上式可改写为:

$$H_{(N-1)} + G_w = H_N + R_H$$

此为公式 3,与公式 1 类似,改变的只是将 X 这个未知数替换为 G_w (地下水),公式 3 所表达的含义是:含矿热液与地下水相遇是形成矿床的最佳条件,此即成矿理论的最简单的表达式:含矿热液遇见地下水有利于成矿。笔者认为,公式 3 可能是突现论的最有价值的真正体现。找矿,研究矿床理论,探讨成矿模式,即应当主要围绕公式 3 来进行。当然,公式 1 也可能是成矿的一种重要的因素,是一个更具有普适性的公式。按照公式 1,已知 H_N ,残余热液(R_H)和含矿热液($H_{(N-1)}$)均是未知的,关键是求解 $H_{(N-1)}$,这时,我们可以利用包裹体方法,收集矿床不同阶段(主要是不同温度)的包裹体资料,按照温度和时间顺序,即可大致恢复含矿热液经历的一系列复杂过程,而与主体矿床(例如白钨矿)成矿温度接近的包裹体可能成为 $H_{(N-1)}$ 的最佳选项。如果成矿温度接近的包裹体有若干不同的地球化学性质,则与矿床(如白钨矿)性质差别最大的可以发生化学反应的包裹体所指示的含矿热液可能是比较可靠的 $H_{(N-1)}$ 。按照公式 3, H_N 已知,需要研究 $H_{(N-1)}$ 、 G_w 和 R_H 。 $H_{(N-1)} +$ 可用公式 1 求得,地下水(G_w)的性质比较容易确定(主要是氧化条件下的大气降水),此时 R_H 为唯一的变量,也可以根据公式 3 求得。由于采用公式 1 得到的 $H_{(N-1)}$ 不一定可信, G_w 也是估计的,因此,公式 3 只可能给出一个 R_H 的模糊的状态。

因此,按照突现理论,矿床学研究最关键的是抓住公式 1 和公式 3。以江西钨矿为例,赣南主要是黑钨矿,赣北主要是白钨矿,二者成矿条件、矿床成因均不同,分别受不同的因素制约。赣南要围绕黑钨矿做文章,赣北要围绕白钨矿做文章。要抓形成黑钨矿和白钨矿的瞬间化学反应,抓形成黑钨矿和白钨矿的瞬时的地下水的状况。但是,这里需要特别提醒的是:查明了主体矿床的成因,研究并没有结束。此时,还要关注 R_H 成矿的可能性。如果 R_H 含有某些有用金属或非金属元素, R_H 则可在钨矿矿床的外围温度较低的部位按照突现理论形成具有一定规模的矿床(例如在中温条件下可能有金铜成矿,在低温条件下有铅锌银萤石等矿床),这也符合就矿找矿的理论。有些地方根据地表出现铅锌矿化推测

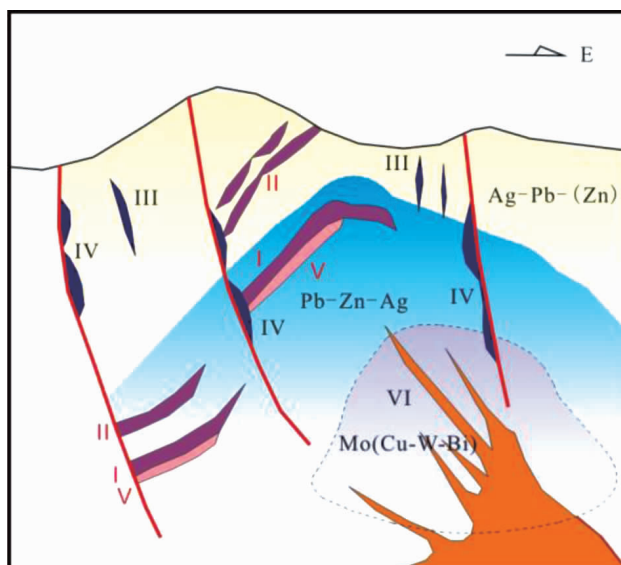


图 4 云南老厂铅锌矿剖面图(李峰等,2010)

Fig. 4 Profile of Laochang lead-zinc deposit in Yunnan (Li et al., 2010)

图中紫色范围为 Mo-Cu 成矿带;蓝色为 Pb-Zn-Ag 成矿带;黄色为 Ag-Pb-Zn 成矿带。阿拉伯数字代表矿带编号,其中,黑色字体为新生代矿床,红色字体为晚古生代矿床

深部可能有金铜或钨锡成矿的可能性,也是根据同样的逻辑。看来,许多金属矿床可能就与这个 R_H 有关。

例如云南老厂铅锌矿是一个晚古生代的火山喷流沉积型矿床,后来发现深部有隐伏岩体(花岗斑岩,同位素年龄 44 Ma,埃达克岩,据李峰等,2010)以及与隐伏岩体有关的规模巨大的钼铜成矿潜力。根据李峰等(2010)的研究,在新生代时期,接近隐伏岩体的是以 Mo 为主含 Cu-Mo 的成矿带,向上随着温度的降低为 Pb-Zn-Ag 成矿带和顶部的 Ag-Pb-Zn 成矿带(图 4)。按照突现论分析,Cu-Mo 为低层次成矿带,Cu-Mo 成矿后留下的热液为 R_{H1} ,这个 R_{H1} 可能含有 Pb-Zn 等元素,即可在合适的条件下突现形成 Pb-Zn-Ag 矿床。Pb-Zn-Ag 成矿后残余的热液为 R_{H2} ,这个 R_{H2} 仍然具有成矿的潜力,遂在合适的温度条件下形成 Pb-Zn-Ag 成矿带。在上述实例中,第一层次成矿(形成 Mo-Cu 矿床)中,来自深部的含矿热液($H_{(N-1)}$)起作用,主体成矿后留下的是 R_{H1} , R_{H1} 不同于($H_{(N-1)}$),与 R_{H1} 有关的成矿作用属于第二层次成矿(Pb-Zn-Ag 成矿阶段),第二层次高于第一层次,它不同于第一层次。第三层次是 Ag-Pb-Zn 成矿,起作用的是 R_{H2} 而不是 R_{H1} 。 R_{H2} 不同于 R_{H1} , R_{H2} 比 R_{H1} 显然又高了一个层次。因此,在成矿过

程中,含矿热液是时刻在变化的,残余热液 R_H 仍然是有成矿潜力的。

6 地球演化是一个突现过程

地球演化是一个突现过程。地球开始是一团火,是沸腾的岩浆海,没有或基本上没有固态物质出现。随着地球散热,温度降低,才开始有了陆壳,开始了太古宙演化阶段。在这个阶段,占据地球主要的岩石是玄武岩、科马提岩、绿岩、表壳岩和 TTG 等。进入元古宙,地壳大量增加,上述太古宙大量出现的岩石很少或基本上消失了,地球演化进入到另一个高层次的发展阶段。元古宙阶段高于太古宙阶段,它来自太古宙,但是,不具有太古宙的基本特征。元古宙一个最重要的特征是陆壳开始大量出现,推测板块构造也可能是从元古宙的某一个阶段开始出现的。这时,地幔活动由上下对流为主的停滞盖层阶段转变为水平对流为主,上下对流为辅的阶段。地球继续降温,进入显生宙阶段,显生宙开始了生物大爆炸,各种各样的生物种群几乎一瞬间统统出现了,这是达到了一个更高的层次。显生宙的面貌不同于元古宙,显生宙的陆壳更发育,花岗岩更富钾。显生宙以生物的大发展为标志,直到出现人类,开启了突现的更高层次。上述突现是一个产出高于一个层次,高级层次源于低层次,但是面貌又明显不同于低层次,且不具有还原性。完全符合突现的四个重要特征。按照突现论,地球目前属于热球阶段,太古宙属于火球阶段。随着温度的降低,地球将进入冷球阶段,在这个阶段,地幔散热基本上停止,地幔停止对流,板块构造也随之停止扩张,地球地表活动,水圈、大气圈将发生根本改变,人类发生生存危机。接着冷球阶段是死球阶段,如今天的月球,火星,地表大气消失,没有了大气圈的保护,人类的生存更加艰巨,人类或将转入地下或转移到另外的星球。不过,这都是几十亿年以后的事情,今天的地球人无需耽心,相信比我们聪明不知多少倍的未来人类会有办法的。

7 结论

1) 突现是一个崭新的哲学理论,只有 100 多年的历史,但是,突现论已经崛起为复杂性系统的核心理论,成为近期哲学领域研究的热点之一。突现论认为,世界是由不同层级组成的,不同层次按照事物的

复杂性程度不断提高划分的。世界基本上有三大层次,从低到高为物理、生命和心灵。突现论有 4 个特征:(1) 不同层次性质不同,高层次来源于低层次;(2) 突现具有不可预测的新颖性;(3) 不可还原性;(4) 高低层次之间存在因果关系。

2) 变质岩从绿片岩相到角闪岩相、麻粒岩相、榴辉岩相可以用突现论圆满地解释,变质岩的上述变化完全符合突现论的 4 个特征。变质岩部分熔融作用则打破了变质岩的平衡态,开启了另一个突现演变的过程:部分熔融形成岩浆的新阶段,开启了花岗岩演化的新过程。这个新过程是地幔带来的热导致的,是新的突现出现的根源。

3) 玄武岩结晶分离理论符合突现论的概念,岩浆房底部的橄榄石堆晶岩、辉石堆晶岩、辉长岩堆晶岩是玄武岩岩浆分离结晶作用的证据,也是岩浆演化不同阶段不同层次的结果。岩浆岩岩石学从岩石化学到微量元素地球化学、同位素地球化学也是岩石学研究从低层次向高层次演化的结果。在这里,岩石学为第一层级,岩浆岩岩石学为第二层级,地球化学为第三层级。下一个层级比上一个层级更加复杂,层级更高,下一个层级是从上一个层级演变来的,二者是有联系的。事物的发展到此并未结束,现在又出现了纳米地质学,纳米岩石学和纳米矿物学,这是新开辟的领域,是一个更高的层次的学科。按照这个趋势,今后还会出现量子地质学、量子岩石学和量子矿物学。

4) 矿床学是最复杂的,突现论在其中具有重要的作用,尤其在从含矿热液演化到矿床沉淀这个阶段,是突现论最集中的体现。文中提出的公式 $3(H_{(N-1)} + Gw = H_N + R_H)$ 可能是比较接近成矿理论的表达式。公式 3 所表达的含义是:含矿热液与地下水相遇是形成矿床的最佳条件。本文认为,公式 3 可能是突现论的真正体现。

5) 地质学属于自然科学,突现论来源于自然科学。突现论可以解释地质学中的许多现象和过程,本文将突现论应用于解释变质岩、岩浆岩、成矿作用以及地球演化中的一些问题,是一个初步的尝试,希望能够对科学研究有一个比较深入的认识,将地质研究提高到一个新的高度,启发出新的研究思路。

致谢:本文撰写中得到吉林大学路来君教授、北京大学魏春景教授、南京大学张伟华教授和邢台学院原杰副教授的评论、帮助和修改,与编辑部的反复交流,使本文更趋完善,减少了许多错误,深表感谢。

参 考 文 献

- [1] 陈靖卿.论“不确定性”问题的哲学意蕴[D]. 硕士学位论文, 华侨大学, 2017
- [2] 董伟.复杂性度量的哲学基础理论研究[J]. 长沙铁道学院学报(社会科学版), 2011, 12(4):4-6
- [3] 范冬萍, 韩滨宇. 从复杂性科学看恩格斯的系统辩证法思想——纪念恩格斯诞辰 200 周年 [J]. 自然辩证法通讯, 2020, 42(12):21-26
- [4] 范冬萍. 突现论的类型及其理论诉求——复杂性科学与哲学的视野[J]. 科学技术与辩证法, 2005, 22(4):49-53
- [5] 季克俭, 王立本. 热液源研究的重要进展和“三源”交代热液成矿学说[J]. 地学前缘, 1994, 1(3-4): 126-132
- [6] 姜福芝, 王玉往. 海相火山岩与金属矿床[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2005: 1-248
- [7] 李峰, 鲁文举, 杨映忠. 危机矿山成矿规律与找矿研究——以云南澜沧老厂矿床为例[M]. 昆明: 云南科技出版社, 2010
- [8] 齐磊磊. 突现·多元·交互: 广义自然辩证法的新发展[J]. 山东科技大学学报(自然科学版), 2012, 14(2):22-29
- [9] 吴畏. 突现论的三种理论类型[J]. 长沙理工大学学报(社会科学版), 2013, 28(2):9-13
- [10] 颜泽贤. 复杂系统演化论[M]. 北京: 人民出版社, 1993
- [11] 湛昆华, 沈小峰, 等. 普利高津与耗散结构理论[M]. 陕西: 陕西科学技术出版社, 1998
- [12] 张德会, 徐九华, 余心起, 等. 成岩成矿深度: 主要影响因素与压力估算方法[J]. 地质通报, 2011, 30(1):112-115
- [13] 张华夏. 层次突现进化论及其在现代自然哲学中的地位[M]. 自然辩证法研究, 1994(8):210
- [14] 张旗. 岩浆热液矿床最佳成矿部位探讨 [J]. 甘肃地质, 2013, 22(3):1-11
- [15] 中共中央马克思恩格斯列宁斯大林著作编译局. 自然辩证法[M]. 北京: 人民出版社, 2018:6-283

A NEW PHILOSOPHICAL THEORY: EMERGENTISM AND ITS APPLICATION IN GEOLOGY

ZHANG Qi

(Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029, China)

Abstract: Emergentism is a new philosophical theory, which is only 100 years old. However, Emergentism has emerged as the core theory of complex systems and has become one of the hotspots in the field of philosophy recently. The Emergentism holds that the world is composed of different hierarchical structures, which are divided according to the increasing complexity of things. The world is basically composed of three levels, from low to high for physics, life and soul. The emergentism has four characteristics: (1) The properties of different levels are different, and the properties of high levels come from low levels; (2) Emergence has unpredictable novelty; (3) reducibility; (4) There is a causal relationship between high and low levels. This paper briefly introduces the concept of Emergentism and discusses its possible application in the study of metamorphic rocks, magmatic rocks, mineral deposits and the Earth evolution, hoping to be beneficial to the further development of scientific research.

Key words: philosophy; emergentism; arrangement; metamorphic rock; magmatic rock; mineral deposit