

论中华科学思维在未来地质学中的重要意义

孙文鹏¹⁾ 徐道一²⁾

1) 核工业北京地质研究院, 北京 100029;

2) 中国地震局地质研究所, 北京 100029

摘要 近代地质学源于西方,已发展成为西方科学中重要的一员,它为工业现代化、人类社会的进步做出了贡献。未来地质学面对当前全球性的生态失衡和资源危机两大难题。为了解决如此巨大、多变的复杂性难题,地质工作者必须改变传统思维和方法,引进强调整体、有机、动态的、相互联系、辩证的中华科学思维和方法,中国地质学家必将对未来的新地质学做出开拓性贡献。李四光教授在把中华文化与西方文化相结合方面,为我们做出了榜样,为未来地球科学的发展指明了正确的方向。

关键词 未来的地质学;中华科学思维;西方科学思维

中图分类号:N03

文献标识码:A

文章编号:1006-3021(2008)01-13-05

On the Significance of Chinese Scientific Thinking for Future Geology

SUN Wenpeng¹⁾ XU Daoyi²⁾

1) Beijing Research Institute of Uranium Geology, CNNC Beijing 100029

2) Institute of Geology, China Earthquake Administration, Beijing 100029

Abstract Modern geology originated from the West and, with its development, has gradually become an important member of the western science. It has contributed much to the progress of human society and modernization of industries. However, the future geology shall face two difficult problems related to ecological imbalance and natural resource crisis all over the world. In order to solve such variant and complex assignments, geologists should change their traditional thinking and applied methods, and try to consider the introduction of the Chinese thinking of scientific methods, which are characterized by emphasizing mutual relationship, and also integral, organic, dynamic and dialectic properties of investigated objects. Professor Li Si-guang made a great contribution in combining the western scientific culture with the Chinese traditional culture, thus pointing out the right direction of geo-scientific development in future. The authors believe that Chinese geologists will make creative contributions to future geology in this aspect.

Key words future geology; Chinese thinking of scientific methods; Western thinking of scientific methods

近代地质学源于西方,它的研究对象是开放、复杂、时刻都在运动、变化的地球。地质学与数学、物理学、化学……等学科一样,都是在西方科学思维的指导下,逐步发展起来的。今日的地质学已是一个分科众多、各自独立、大而杂的科学门类。

1 地质学的现状——成就与问题

地质学的发展与整个科学、技术的发展密不可

分。随着20世纪科学技术的迅速发展,地质学也取得了骄人的成就,达到了新的水平。首先,它保证了世界经济高速发展对天然矿产资源日益增长与扩大的需要;其次,它深化了人类对自己家园——地球及其生存环境的认识;第三,形成了独立的地质学理论与方法体系(尽管还不完美)以及多种先进装备与技术手段。除了成就以外,当代地质学也存在一系列有待解决的问题。



收稿日期:2007-10-27; 改回日期:2007-12-17。责任编辑:魏乐军。

第一作者简介:孙文鹏,男,1933年生,研究员,从事铀(金)矿构造、成矿预测、资源评价和天地生人综合研究。通讯地址:北京市核工业北京地质研究院,100029。

地质学的成就与问题都与它的指导思想有关。西方科学思维与方法是一种注重精确(定量的)和实验分析,以严格逻辑推理为特征的科学方法。当遇到复杂性问题时,它是先将问题简化(如将研究对象在抽象化的基础上进行分解,或将多因素中的每个因素分别进行孤立的研究),而后加以解决。地质学的研究也是如此。由于地球各部分之间的复杂关系,研究时将对象是越分越细,专业越来越多,一个学者研究的专业领域也越来越窄小(这是西方科学发展的普遍模式)。这样,地质学发展到今天就形成各分支专业高度分隔,不利于地质科学进一步发展的局面。

从 20 世纪中叶开始,在地质学领域涌现出一批边缘学科,如地球化学、地球物理、数学地质、遥感地质……等。这些边缘交叉学科的兴起,无疑对地质学的发展起了良好的促进作用。但是,由于地质学仍然是在西方科学思维方法的指导下运作,因此,其作用与意义也止于专业边界的扩大,并未给地质学带来真正意义上的革命性变化。

这从地质学的具体成就与问题即可看出:如那些以研究物质组成为主的专业(即说明“这是什么”的专业),如在岩石、矿物、地层、古生物……等领域,获得了许多可信度很高的成果。但是,也应看到,就是在这一领域中亦存在缺陷。例如,当用这套方法去研究断裂构造时,却得不到如此良好的结果。首先,在野外人们很难见到断裂构造的“真面目”,即使在沟谷中找到断裂带露头,我们能看到的经常是各式各样的角砾岩,断层泥和不同规模和形态的破裂面,由它们所提供的断裂构造信息十分有限,人们很难从一个或几个露头上来判断断裂构造的总体属性,有时想在露头上测量一个真实的断裂带的产状都很难。

因此,构造学家自己搞了一套独特的研究方法:观察断裂构造主要不是在露头上,而在高处(或远处或空中,或卫片上,或精确的地质图上)。根据地形、地物的特征去推测、追索其延伸,估计其规模,判断其产状;从其局部的变化中,从它与其他构造的组合特征中,从它与周围环境的关系中去发现规律,综合分析其成因,探索它对该地区的影响及与成矿的关系等。由此可见,这是另一种(不同于正宗的)地质研究方法。它带有明显的中华思维与方法的特征。这是一种定性的,从全局(整体)出发的,以综合为主要特征、突出与周边环境关系与变化的研究方法。李四光教授所创立的“地质力学”是从力学原理出

发研究地质客体,从一个力场作用下形成的构造体系出发研究地壳运动、构造与变形,强调从多学科成果的角度对地质体进行综合研究。他为地质科学的发展做出了开创性的巨大贡献(李四光,1973)。遗憾的是,李四光的学术思想与成就,长期以来不被主流地质学家认可与承认,更谈不上将这种思想与方法向其他地质领域的渗透与应用。

而在另一些涉及到整体,或以运动(变化)相互关系为特征的领域,如地球起源、地壳运动、大地构造、矿床成因……等(说明“这是为什么”的专业),用正宗的西方科学思维与方法所获得的成果则往往停留在“就事论事”或原始假说的水平上,其说服力和可信度都不高。因此才有“地质学是不科学的科学”和“大地构造胡说八道”的自嘲。

此外,对于那些开放的,受外界因素(如天文)影响较大的地质事件,如天灾人祸、地震等(徐道一等,1983),西方科学思维和以分析为主要特征的科学研究方法,迄今尚难以有所作为。一些人错误地认为,西方科学界解决不了的这类问题,必然是他人也解决不了的。

2 新时代向地质学提出了新任务

在 19 世纪以前,人与自然的关系基本上是和諧的。那时地质学的任务较为单一,即为发展生产提供资源保证。当时由于生产规模不大,地球上的大多数资源尚处于待开发状态。因此,地质学轻易地完成了这一难度不大的任务。

自 20 世纪以来,世界经济步入了高速发展期,资产阶级为了利润最大化,他们一方面对自然资源采取了掠夺式开发;另一方面随意地排放工业废弃物,结果造成了不可再生天然资源被大量的过度消耗和环境的破坏,因此,人与自然的和谐关系急剧恶化。

进入 21 世纪以来,人们虽已开始认识到资源与环境问题的严重性,但是,资源与环境日益恶化的趋势并未得到控制。近期,石油价格持续飙升,这一方面有人为操纵因素起作用,另一方面也是人们对天然资源前景有了危机感所致。在未来的岁月中,人与自然的和谐关系存在两大问题:资源危机,环境恶化。它们已成为影响人类生存、生活质量和社会进步的头等大事。这是两个涉及面很广、巨大而复杂的科学难题。要化解这两大难题,地质学应当责无旁贷地承担起重要的责任。

21 世纪初,由 23 位著名科学家联合在 Science

上发表论文,提倡“持续发展科学”(Kates等,2001),这反映了自然科学和社会科学相结合的新动向。刘东生(2002)在《持续发展科学》一文中提出了7个问题,这些问题都与管理有关,如何实施对地球的管理和对未来发展进行预测是地质学未来发展的重要任务和目标。解决这些问题仅仅依靠现在已有的西方科学思维显然是不够的。

地质学面对如此艰巨而复杂的未来任务,在指导思想上必须有所变革,必须探索新的思路,引进中华科学思维与方法,可能是推动我国地质学进一步发展,以适应新要求的重要途径,有必要大加提倡。

3 中华科学思维与方法在矿床地质研究中的应用

3.1 中华科学思维与方法的一些特点

中华科学思维的特点是整体的、有机的、动态的,通过事物之间联系来把握某一事物的发展、变化过程。它把某一事物看成是在一个不可分割的天地生人网络中的一个节点,它的性质可通过从它与网络中其他节点(要素或因素等)的相互联系来实现。这些联系在时间上是不均匀的、不可逆的、有时甚至是罕见的,在空间上是各向异性、不连续的。它在表述客观规律时,通常不用定理、定律或公式,而是用成语、格言或“取象比类”。

朱清时等(2004)认为,中华科学的基本思想体系是:整体和谐的思想、演化发展的思想、有机论的思想、相反相成思想,这些都是这一思想体系的重要组成部分。这与我们上面的论述是基本一致的。

3.2 中华科学思维与方法的几个应用实例

当今,正宗的矿床研究方法是:首先按矿种划分为若干大类,如铀矿床、金矿床……等;其次,在每一矿种内又进一步细分为若干不同的矿床类型,而后分别对每种矿床类型进行孤立的深入剖析与研究。为了成矿预测,则根据矿床特征,建立不同类型的矿床预测模型,或成矿模式,分别进行单类型的成矿预测。

现在地质界流行的成矿预测方法有两种:一种是建立在矿床特征基础上的矿床模型法,即大多数专家用的传统的预测方法。它的优点是灵活,能突出预测者实践经验的作用;另一种方法是以矿床特征为基础的统计(或数学)预测模型法,其优点是客观、精确,能做到预测三定,即定点、定量、定类型。作者曾将上述两种方法试用于铀矿成矿预测和资源评价,其结果不如人意,分析其原因主要是:单类型、

孤立的矿床研究方法很难将控矿因素与非控矿因素、成矿必要条件与成矿有利条件严格区分开。

(1)以中华科学思维为指导,探讨铀的成矿作用

为了克服单类型、孤立矿床研究方法的不足,笔者改用中华科学思维与方法,即从全局(整体)的角度来研究铀的成矿作用。首先,调研了中国四大主要铀矿类型的成矿特点,并进行综合和总结(孙文鹏1980),为了检验已有认识,在此基础上收集整理全世界各种类型主要铀矿床的相关信息(孙文鹏1987)经综合列于表1。

从表1可以看出,铀矿床可以在不同构造单元中产出;从元古代到新生代都可以形成铀矿床;不同类型岩石,如岩浆岩,沉积岩,变质岩和构造岩等都可富集成铀矿石。也就是说铀矿床的形成没有空间上、时间和岩性上的专属性,含矿主岩早于铀矿成矿时代,两者存在明显的时间差,铀的成矿富集往往不只一次,而是多次,铀的成矿时代与当地的构造运动期相对应(表1);不同(主岩)类型铀矿床较密集地产出在有富铀地层或富铀花岗岩体分布的地区或它们的边缘,该区内的断裂构造、层间破碎带中的氧化还原过渡带是铀矿富集的有利场所;有机质、黄铁矿等还原矿物是有利于铀成矿的富集剂……等。

从上述铀成矿的特点,结合铀元素的地球化学性质,作者认为:铀矿床(约将边界品位定在 ≥ 0.02)应属典型的后生矿床,它可用两阶段(成岩与成矿富集)多次成矿富集论来表述。为了满足铀资源评价的需要,它还可改写为“成矿成功树”的形式,即将铀成矿理论与系统工程的可靠性理论、模糊数学等计算方法相结合,自主开发出一种新的资源评价方法——成功树法(陈庆兰等,1994)。该方法将非控矿因素完全排除在外,并对成矿必要条件和成矿有利因素作了严格的区分,它已在铀矿资源评价工作中广泛应用和列入了铀资源评价方法的行业标准。两阶段多次富集铀成矿理论与成功树资源评价方法的提出,不论在指导思想上,还是在方法步骤上都与当今地质界所遵从的指导思维与方法不同,它们是在另类指导思想下完成的,是应用中华科学思维与方法的产物。实践已表明它们是可行的和有效的,已有多次成功预测的实例。

(2)用“取象比类”替代“矿床模型”或“成矿模式”

中华文化常用“取象比类”表述事物的特征或与环境之间的联系,受其启示,铀成矿作用中的高场区、成矿带与铀矿床与造山运动形成的高原、高山(系)高峰极其相似,两者可一一对应,因此用三高

表 1 世界主要铀矿床的构造分类

Table 1 The tectonic classification of major uranium deposits over the world

构造类型	主岩类型	代表性矿床或产地	含矿主岩 (基底)时代	产状	成矿时代 (Ma B. P.)	与成矿有关的 构造期
原始地台	古砾岩型	维特瓦特斯兰德矿床 布兰德河矿床	Pt ₁ (Ar) Pt ₁ (Ar)	似层状 似层状	2 500 2 200~2 300	肯诺兰期 基诺雷期
	古砂岩型	弗朗斯维尔盆地	Pt ₁ ² (Ar)	似层状	1 900~2 000	卡累利期
古地台	砂岩型	艾尔盆地,莫里恩 科罗拉多高原 怀俄明盆地 佛罗姆 巴什布拉克,508 矿田	C(Ar) T-J(Pt) K-E(Pt) N(Pt) N(Pt)	层状 或似层状	130,95	海西期 拉拉米期 喜山期
	钙结岩型 碳硅泥岩型 磷块岩型	伊利里矿床 麻子寨,3111 矿床 卡宾达	N(Ar) Z-E(Pt) E(?)		27 100,50	喜山期
原始地槽褶皱带	不整合脉型	纳巴勒克,兰杰,贾比卢卡, 库恩加拉 拉比特湖,凯湖,中西湖, 科林斯湾 克勒夫湖,费伊-艾斯-费尔纳, 甘纳尔,贝克湖	Pt ₁ Pt ₁	脉状	1 700,800~920 400~500 1 200~1 300 960,370,100 1 760,760~1 150 345	卡奔塔里亚期 哈利森期 格伦维尔
		白岗岩型	罗辛(红石泉?)		Pt	510,1 887
地槽褶皱带	脉型	花岗岩 火山岩	Pt ₁ ,P ₂ ; P ₂ ₂ ; Pt ₁ ,P ₃ Pt,P ₂ ₁ ,P ₂ ₂	脉状 脉状	240~250,185 40,20,340~380 360~380 238,190~140	海西期,加里东期 加里东期,海西期
	砂岩型	509 矿床,381 矿床,达拉地, 腾冲临沧,205 矿田	N	似层状	6~7.5,4~2.2 26	喜山期
年轻地台构造 岩浆活化区	脉型	花岗岩 火山岩	γ ₅ ,Pt ₁ Mz	脉状 脉状或似层状	87,67,47,20 140,100,76	燕山期
	砂岩型	412,边地头,麻布岗,277 矿床	K,N	似层状	60~80,22~2	

(据孙文鹏 1987)

(高原、高山、高峰)表示铀成矿特征。不仅简明、形象、易懂,而且还能指明找矿方向(到那里去找矿)和步骤(先找高场、成矿带,后找矿床),开拓了找矿思路,具有很大的实用价值。

具体找矿程序应该是:先查清中华大地不同地质体中铀或其他元素的克拉克值,在此基础上圈出铀或其他元素的高场(比类于青藏高原)分布区。根据铀或其他元素高场分布区的范围与克拉克值的高低,及与铀或其他元素成矿的关系,既可进行铀或其他元素的资源评价,摸清铀或其他资源的“家底”(资源潜力),根据铀地球化学特性在高场区内找出铀有利成矿富集的地段,即断裂带或层间破碎带内氧化还原过渡带,在有利成矿富集的地段开展揭露与勘探,即可给矿床定位和做出评价。

(3) 用中华“触类旁通”思维认识成矿规律

上世纪 80 年代作者曾对金矿进行过调查与研究,发现金矿与铀矿不仅在矿床类型上,还在成矿富集规律上,彼此都很相似。这源于它们都是变价稀

有元素,因此氧化还原过渡带往往是它们再富集的有利场所。铜也是变价元素,因此它也有次生富集的成矿特点。但是,由于铜的克拉克值较高,所以他形成沉积砂岩型铜矿。若把铀矿的边界品位下降到 0.01% 左右时,那么铀矿床也有了它的新类型——地浸砂岩型铀矿。

(4) 用中华整体思维深化对成矿作用的认识

众所周知,我国华南花岗岩体盛产钨、锡、铋钼(铍)稀土与铀矿。前人从单矿种分类的孤立研究中,得出一个共同的结论:它们受燕山期花岗岩体和新华夏构造控制。作者不满足这一过于笼统的结论,而将上述矿产的成矿作用视为一个整体,它可能与花岗岩体的演化有关,因此于 1974-1975 年(Sun Wenpeng et al., 1983; 孙文鹏,徐道一,1979)对上述矿产进行过实地野外调研,采集了 190 个不同产矿岩体的样品,通过用数学地质方法的分析,经综合获得以下认识:上述矿产均属稀有元素,而非造岩元素,它们不能进入花岗岩的造岩矿物,铀常均匀分布

于复式花岗岩岩体中的黑云母、长石的晶体空隙中;钨、锡与稀土元素散布在中、小花岗岩体的中上部。铌钽(铍)则富集在花岗岩岩浆富硅的残液中,呈小岩株(即矿床)产出;从产矿花岗岩的岩性来说:从产铀花岗岩到产钨、锡、稀土花岗岩到产铌钽的‘花岗岩’岩株,岩体的酸度(SiO_2 含量)逐渐增高,岩体规模变小、矿物结晶粒度变细(岩珠例外);它们的成矿时代是稀土矿在先(未考虑风化富集);其次是铌钽(铍);钨锡是在岩体形成后,成群裂隙构造产生时,钨的成矿与沿裂隙(或断裂)的碱交待有关;铀成矿最晚,它是在花岗岩岩基被大断裂切割后,铀元素才获得在断裂带中再富集成矿的机会。上述矿种同在华南花岗岩中集中分布的原因是,这些元素在当地早已完成了初次富集(形成了高场区)。

4 结束语

未来的地质教育除了传授地质知识,还应传授中西两种科学思维与方法,未来的地质学家应该是长于灵活应用两种科学思维与方法解决具有开放、复杂性质的地质问题的高手。中国地质学家与国外同行比,应更有条件成为这样的高手。李四光教授为我们开了路,做出了榜样(徐道一,孙文鹏,2004)。熟悉中华传统文化的地震学家在 earthquake 预报方面已开了一个好头(徐道一,2003),中国地质学家必将对未来的地质学做出具有开拓性的伟大贡献。

致谢 感谢赵文津院士和本文编辑对初稿提出的宝贵意见。

参考文献

- 陈庆兰,孙文鹏. 1994. 资源评价的成功树法. 铀矿地质(5):266~273.
- 李四光. 1973. 地质力学概论. 北京:科学出版社,1~140.
- 刘东生. 2002. 全球变化和可持续发展科学. 地学前缘,9(1):1~9.
- 孙文鹏,徐道一. 1979. 我国南方燕山期不同矿化花岗岩的判别. 地质科学(1):92~97.
- 孙文鹏. 1980. 铀的成矿作用与断裂构造. 自然杂志,3(5):359~363.
- 孙文鹏. 1983. 世界主要铀矿的构造分类与演化. 国外铀矿地质,(2):1~7.
- 孙文鹏,陈庆兰. 1998. 铀矿化等间距类型与成因探讨. 中国地质学会数学地质专业委员会编,数学地质(9)北京:地质出版社,1~12.
- 徐道一,杨正宗,张勤文,孙亦因. 1983. 天文地质学概论. 北京:地质出版社,1~284.
- 徐道一. 2003. 太极序列和它在中国8级地震预报中的作用. 安阳大学学报(4):3~4.
- 徐道一,孙文鹏. 2004. 李四光先生的学术成就和学术思想——纪念李四光院士诞辰115周年. 地质论评,50(6):659~661.
- 朱清时,姜岩. 2004. 东方科学文化的复兴. 北京:北京科学技术出版社,1~367.

Reference

- Chen Qinglan, Sun Wenpeng. 1994. The Successful tree method applied in the evaluation of resources. Uranium Geology over the World,(2):1~7(in Chinese).
- Kates R W, Clark W C, Corell R et al. 2001. Sustainability Science. Science,292:641~642.
- Li Siguang. 1973. An introduction to geomechanism. Beijing: Science Press,1~140(in Chinese).
- Liu Tungsheng. 2002. Global changes and sustainability science. Earth Science Frontiers(China University of Geosciences, Beijing),9(1):1~9(in Chinese with English abstract).
- Sun Wenpeng, Xu Daoyi. 1979. Discrimination of various mineralized granites of Yanshanian age in South China. Scientia Geologica Sinica,(1):92~97(in Chinese with English abstract).
- Sun Wenpeng. 1980. Fracture and uranium minerogenesis. Natural Journal,3(5):359~363(in Chinese).
- Sun Wenpeng, Chen Qinglan, Ci Xiaolin. 1983. Evaluation of uranium potential of some granite intrusions in southern China using fuzzy set methods. Sciences de la Terre, série "Informatique Géologique", no. 16, 5~18.
- Sun Wenpeng. 1987. The tectonic classification of major uranium deposits over the world and their evolution. Foreign Uranium Geology,(2):1~7(in Chinese).
- Sun Wenpeng, Chen Qinglan. 1998. Various mineralized types characterized by equal distance and discussion for their formation. See Special Committee for Mathematical Geology, China Geological Society ed., Mathematical Geology, No. 9, Beijing: Geological Publishing House,1~12(in Chinese).
- Xu Daoyi, Yang Zhengzhong, Zhang Qin-wen et al. 1983. An introduction to astrogeology. Beijing: Geological Publishing House,1~284(in Chinese with English abstract).
- Xu Daoyi. 2003. Tai-ji Sequence and its application to the prediction of great earthquake with magnitude of 8. Journal of Anyang University,(4):3~4(in Chinese).
- Xu Daoyi, Sun Wenpeng. 2004. The academic achievements of Li Siguang (J S Lee) and the glory of his idea—In commemoration of the 115th birthday of academician Li Siguang (J S Lee). Geological Review, 50(6):659~661(in Chinese with English abstract).
- Zhu Qingshi, Jiang Yan. 2004. The rejuvenate of oriental science culture. Beijing: Beijing Science & Technology Press 1~367(in Chinese).