

255-261

成矿旋回与旋回成矿的若干问题

沈永和^①

(山西省地质矿产局)

p 612

摘 要 本文论述了有关成矿旋回与旋回成矿的基本概念、作用和演化等问题。认为：旋回性是地壳发展的基本规律之一，构造-成矿旋回为其重要的表现形式和基本内容。与旋回成矿有内在联系的沉积作用、岩浆作用和变质作用，在时空发展上具有协同和一致性特点。多旋回成矿的发展和演化是形成多期、多因、多源和多类型叠加矿和复成矿的根本原因。注重多旋回成矿的历史全过程分析，是解决叠加矿和复成矿成因的根本方法和重要途径。历史成矿并不简单地等同于旋回成矿，因为后者具有更重要的地质内涵。为此，倡导历史成矿论，莫如倡导旋回成矿论。这是作者所以提出建立“旋回成矿学”的缘由。

关键词 构造旋回，构造-成矿旋回，旋回成矿，多旋回成矿演化

成矿，矿床

有关成矿旋回与旋回成矿的基本问题，作者在近年的有关论著中都已做了简要的阐述，但限于篇幅，言犹未尽。现拟就有关成矿旋回的概念问题、旋回成矿的作用问题以及多旋回成矿的演化问题略做补充与讨论，以进一步阐明作者的观点和认识。

1 成矿旋回概念的有关问题

1.1 关于构造-旋回的概念

“旋回”一词在地质科学中久已被广泛地应用。但不同的作者应用于不同的领域或场合，其含义往往存在着很大差异。就构造-旋回而言，M. Bertrand (1886, 1887) 在研究西欧和北美不同地质时期的褶皱带时，按其形成先后顺序，曾划分出休伦期、加里东期、海西期及阿尔卑斯期，这可能是以褶皱带划分构造-旋回的开始。黄汲清 (1962) 根据地槽的发展，认为所有地槽的主要褶皱期也就是地槽回返、僵化而成为地台的时期，并具有一定的周期性，其褶皱运动的周期被命名为旋回。其后，李春昱 (1979) 认为地槽沉积经过挤压、地层发生褶皱，并伴以岩浆活动，后又经过侵蚀夷平，不整合地盖上新地层，这个全过程叫做一个构造-旋回。由此可见，构造-旋回是指地壳发展某一特定历史阶段褶皱的全过程，并具有一定的周期或时限。不同发展阶段的构造-旋回，可以具有不同的地质内容和性质，因而它不是简单的重复；而同一发展阶段的构造-旋回，在全球不同的地区，也可以有不同的表现形式，但在时间序列上它们往往可以对比。由于构造-旋回往往代表了一次大的造山过程，同时又往往被具有划时代意义的构造运动所隔开，因而其所形成的构造事件，在地壳发展的历程中与其他地

① 作者简介：沈永和，男，71岁，1946年毕业于中央大学地质系，教授级高级工程师，矿床地质学，030001 太原市并州路9号，Fax: (0351) 441401

收稿日期：1993-03-10

质事件,如沉积事件、岩浆事件、变质事件以及生物演化事件等则基本一致或可以相互对应。由此可以认为,旋回性是地壳发展过程中具有普遍意义的规律之一,而构造-旋回则是这种发展规律的基本形式和重要内容。

顺便指出,旋回作为一种地壳发展的普遍规律,也经常被用于其他构造学说中。黄汲清(1979)曾列举英国科迪勒拉地槽和南美安第斯造山带的板块构造发展旋回模式。C. Alle'gre(1985)曾指出“旋回”概念也完全包含于板块学说之中,并以大陆“破裂-漂移-聚结-破裂”无休止地循环来说明“威尔逊旋回”。L. 鲍曼(1984)曾专门著文论述了板块构造的旋回及其与成矿旋回的关系。国内其他不同的构造学者,在论述构造历史发展时,有的虽未用“旋回”而用“期”,但实际含义相同或近似。但从大地构造发展和演化的观点考虑,“旋回”一词较之“期”似更合适。因为前者不仅代表一定的时限,同时还包含环境演化的特殊地质内容,而这一点正是作者一再强调“旋回”重要性的意义所在。

1.2 关于构造-成矿旋回的概念

构造事件是引起地壳各种变动的根本因素。构造作用与成矿作用的密切关系早已为地质实践所证明,并有了大量的论述。H. 史奈德洪(1953)曾指出:“大的造山运动就是大的成矿期”,“每一造山期都有自己的矿化”。黄汲清(1945, 1962, 1986)曾多次论证了构造-岩浆活动与成矿的内在联系,并以华南钨锡为例结合地槽发展旋回作了详细说明。郭文魁等(1982)曾就中国东部成矿域论证了中国多期、多阶段成矿的基本特征。B. H. 斯米尔诺夫(1961, 1977, 1984)曾先后就大地构造发展与内生成矿的旋回性及其相互关系进行了论述和探讨。L. 鲍曼(1984)详细论证了构造旋回与成矿旋回的关系,并以板块构造为例阐明了不同的构造发展阶段与矿床形成的条件和类型之间的关系。1989年第28届国际地质大会后,也有人指出美国正风行一种“板块构造-成矿旋回”的观点。当前,国内的不少矿床研究者也都在重视把矿床的形成、演化与大地构造的不断发展联系起来,以期从更深层次上阐明矿床的形成条件及其时、空分布规律。对此,作者(1987)就指出:作为主要地质作用之一的成矿作用,必然伴随着构造运动而起,并随着构造运动的不断发展而发生不断的变化。并明确:与构造运动有内在联系的成矿作用,称为构造-成矿作用;与构造旋回有内在联系的成矿旋回,称为构造-成矿旋回。目前,不同的学者,对构造-成矿旋回的引用,含义虽不尽相同,但二者的内在联系及其协同发展的机制,在认识上已趋一致,这对学术交流和相互促进是大有裨益的。

1.3 关于多旋回成矿的概念

大地构造运动发展的基本规律和特点是多旋回性的,因而与构造运动有内在联系的构造-成矿旋回必然也是呈多旋回发展的,此之谓“多旋回成矿”。黄汲清等(1962, 1965, 1974, 1979)多次论证了多旋回的造山运动与多旋回的成矿作用,特别就某些地槽的多旋回发展与岩浆作用的内生成矿,指出了它们的规律和特点。B. H. 斯米尔诺夫(1977)就大地构造发展与内生成矿作用全面地总结与划分了原苏联的多旋回成矿期,从太古宙到新生代,按褶皱期共划分了12个成矿旋回,并分析了它们的成矿特点。L. 鲍曼(1984)在论证板块构造的成矿旋回时,也列举了南美安第斯山脉中段消亡带的成矿过程。分出“晚三叠世-早侏罗世(岛弧型),早第三纪(安第斯型),晚第三纪。对此,黄汲清(1979)曾指出:“板块构造是长期、多阶段发展的,也就是说多旋回发展的”。作者(1987)根据中国地质构造发展的实际,与主要构造-旋回相对应,曾将中国多旋回的成矿作用从太古宙到新生代划分为:迁西、阜

平、五台、吕梁、四堡、晋宁、加里东、海西、印支、燕山、喜马拉雅等11个旋回^①。从大地构造发展的角度，总结区域成矿时、空分布规律的论述，近年中、外矿床学家提供的资料甚多，无需一一赘举。在此需要强调的是，作者所指的多旋回成矿既着重于地壳发展的全过程，也包含不同的构造单元。就时间而论，在地壳多旋回的长期发展中，构造活动的表现形式有其相对集中或较短时期内的激发时期，也有其相对持续或较长时期的平静时期。激发与平静的交替，体现了突变与渐变的统一，也就是不断发展论与发展阶段论的自然结合。就空间而论，由于构造活动发展的不平衡性，因而表现在不同的地质构造单元之间必然会出现差异，对应于激发或突变时期，则出现活动地带；对应于平静或渐变时期，则形成相对稳定地区。活动地带与相对稳定地区的共存，体现了活动论与相对稳定论的统一。因此，多旋回的成矿作用并不限于地槽（活动地带），也出现于地台（相对稳定地区）和一些过渡地带（如大陆边缘和斜坡），只是成矿作用的表现形式和矿床成因类型有所不同而已。

综上所述，作者的基本观点和认识是：①“旋回”一词在构造领域系指地壳历史发展的一个完整过程，并具有特定的时限。不同的学者，其用意可有不同，但它不是判别某种学说，特别是构造学说的标志；②旋回性是地壳发展的普遍规律之一，构造-旋回为其发展的基本形式和主要内容；③构造-旋回产生的构造-成矿旋回，多旋回的构造运动发展形成多旋回的成矿作用；④多旋回成矿贯穿于地壳发展历史的全过程，不同的成矿旋回具有不同的矿化，不同的构造背景具有不同成矿作用和矿床类型。

2. 旋回成矿作用的有关问题

2.1 关于旋回成矿作用的内涵

“旋回”作为一个专用术语，包含有完整的内容。具体地说，它包括与沉积旋回有关的成矿作用，与岩浆旋回有关的成矿作用和与变质旋回有关的成矿作用。黄汲清（1979）在论证地槽褶皱的多旋回发展时，曾指出有多旋回的沉积建造、多旋回的岩浆活动和多旋回的变质作用，而多旋回的成矿作用即孕育于沉积、岩浆和变质作用之中。H. A. 希洛（1988）在论述矿床形成条件与分布规律时，特别指出要查明成矿金属在岩浆作用、沉积作用和变质作用过程中的富集条件和表现形式。程裕淇等（1983）在论述矿床的成矿系列问题时，也划出了与沉积（成岩）作用有关的成矿系列，与岩浆作用有关的成矿系列和与变质作用有关的成矿系列。作者（1987）根据成矿作用与构造活动的特殊联系，将与特定构造表现形式有联系的成矿作用划分为振荡-沉积成矿、断裂-岩浆成矿和褶皱-变质成矿，并按中国已查明的三种成矿作用形成的主要矿产，区别不同的构造-成矿旋回，给予了定量（相对）分布的表示。实践证明，从全面的观点分析和论证成矿作用及其结果，不仅对认识区域成矿规律、总结矿产的时、空分布有理论意义，而且对全面进行区域矿产资源的远景评价和预测也有实际意义。为此，在进行区域成矿的分析时，除继续重视岩浆作用外，还应同时重视沉积作用和变质作用，而后二者不论在稳定地区或是活动地带都是十分重要的。

2.2 关于旋回成矿形成的矿产

旋回成矿作用既是全面发展的，又是在各种不同的构造地区内都可以发生的，因此，其

^① 1987年迁西成矿旋回尚未定名，曾以MC代之。四堡成矿旋回系为本文改用，原为武陵成矿旋回

形成的矿产也应当是多种多样的。但是,在以往的多旋回成矿论著中,对金属矿产论述较多,而对大量的非金属矿产和能源矿产的论述不足,因而在阐明多旋回成矿的理论和实际意义方面还感到不够全面。近年有的学者在这方面提供了实际资料。董申保等(1986)在论述中国变质作用及其与地壳演化的关系中,曾按变质旋回分别探讨了主要非金属矿产,如滑石、蓝晶石、夕线石、石墨、磷灰石、云母、硫铁矿以及菱镁矿等的时代分布,并标明其不同变质旋回和时代的成矿频率和相对成矿规模。陶维屏(1988)在论述中国非金属矿床形成和分布的若干规律时,也曾就变质成因、沉积成因和岩浆成因的主要非金属矿物和岩石,按不同的构造-旋回,分别指出其时代分布的特点和成矿背景,等等。这里需要强调的是,就区域成矿而论,在多旋回的成矿过程中,多种不同的成矿作用固然可以形成多种不同的矿产;而即是同一种成矿作用,在多旋回成矿的发展中,也可以形成多种不同的矿产。成矿的多样性和复杂性是多旋回成矿的一个重要特色,因此必须引起重视。特别是非金属矿产,利用广泛,分布普遍,蕴藏量大,而又多与岩石、地层有密切关系,对于阐明成矿条件和分布规律更具重要意义。

2.3 关于旋回成矿的叠加作用

关于矿床成因的争论,由于受历史上一元或一次成矿论的影响,长期未能获得合理的解决。80年代以来,由于多期、多因、多源的叠加矿和复成矿床引起了广泛重视,从而使解决矿床成因问题的争论取得了突破性进展。涂光炽(1979)曾探讨了矿床的多成因问题。曾庆丰(1987)曾提出叠加成矿论。陈国达(1982)曾从地壳演化规律论证了多因复成矿床的有关问题。作者(1988, 1989)曾先后从多旋回成矿的观点,论述了矿床的多种成因模式和不同矿床成因类型在地史发展中的演化序列。其基本认识是:在多旋回成矿的历史进程中,由于发展的不平衡性、多期性、多样性以及可能由此而引起的成矿物质的多源性,其结果必然会导致在同一空间中不同构造-成矿旋回的叠加和不同成矿作用的穿插,因而必然会在一些单成因矿床的基础上,形成一些多期、多因、多源叠加矿和复成矿床。因此,叠加成矿作用是多旋回成矿的另一重要特色。重视这一特色,不仅对全面认识多旋回的成矿作用,而且对解决矿床的复杂成因问题具有重要意义。

综上所述,作者的基本观点和认识是:①多旋回成矿具有多种成矿作用的特点,为此,除重视与外生成矿有关的岩浆作用外,不能忽视与内生成矿有关的沉积作用和与变质成矿有关的变质作用;②多旋回成矿又具有成矿多样性的特点,为此,除重视金属矿产外,不能忽视非金属矿产和能源矿产;③叠加成矿是多旋回成矿发展的独具特色,必须给予特别的重视。

3 多旋回成矿演化的有关问题

3.1 关于多旋回成矿演化的重要性

80年代以来,以大地构造发展为基本控制因素,联系矿床的成因类型及其时、空分布,进而全面地论证成矿的演化问题,已引起众多学者的重视。R. W. 哈钦森于80年代提出用地质演化的观点研究矿床在地质历史中的分布。Л. Б. 龙德克维斯特(1982)曾论证了成矿作用和矿床类型在整个地质历史中的演化问题。作者(1982)曾根据大量实际资料论述了地壳的发展与主要金属成矿的时代(旋回)分布规律及其演化方向和发展趋势。A. Л. 扬申等(1986)曾探讨了沉积作用与主要沉积矿产在地史中的演化。特别是1989年,在第28届国际

地质大会上曾为此设立专题，对“地史中成矿作用的演化”问题进行了热烈的讨论。这是当前地质科学发展的重要动向，也是带动地质科学全面向纵深发展的前沿课题，应当给予特别的重视。

3.2 关于多旋回成矿演化的重点

成矿演化在当前已从单纯的成矿时代描述转而重视成矿的时代序列及其继承和新生关系；各种成矿控制因素的探讨，已从孤立的、静止的阐述转而重视各因素及其与成矿之间的成生联系，特别是对大地构造发展所起的决定作用，引起了广泛的重视。A. JI. 谢格洛夫(1985)指出：一定类型的矿床与一定类型的地质构造有一定关系，因而一定类型的矿床仅出现于一定的地质构造之中。M. E. 巴利等(1992)在论述超大陆旋回与金属矿床随时间分布时曾指出：“矿床可成为一个比较灵敏的构造状态的指示标志”。C. 迈耶(1988)曾论证了矿床是地史的指示标志，认为“每一种矿床类型在地质时期的分布型式都可以用来判别成矿条件是怎样随着地球演变而变化的”。作者(1989)在成矿类型的演化序列论述中曾指出：矿床类型是地壳发展一定阶段的产物。特定的成矿类型，代表了特定的成矿作用，反映了特定的成矿环境，而随着地壳的不断发展，成矿类型也在发生不断的演化。并同时强调：在地壳发展演化的过程中，一定的地质时代特征，往往反映了一定的地质空间特征；反之，一定的地质空间特征，也往往反映了地质时代特征。从而论证了成矿旋回、成矿背景、成矿作用和成矿类型之间的紧密联系，并阐明了它们客观上的一致性和统一性。发展趋势表明，对多旋回成矿演化的深入研究将会为地壳演化提供更丰富的内容。

3.3 关于多旋回成矿演化的历史分析

由于多旋回成矿演化形成的矿床具有多期、多因的复杂性，因而在具体研究中必须重视成矿历史的全过程分析。这是因为：一切矿床的形成与演化离不开三个基本发展阶段，即原始成矿阶段（形成单因矿床）、成矿发展阶段（形成叠加矿和复成矿）和成矿期后阶段（形成表生矿）。据此，可以认为：当前世界上所呈现的各种不同成因类型的矿床，不过是每个矿床在其发展演化的历史长河中所处的不同发展阶段而已。为此，从多旋回成矿演化的观点出发，重视成矿的历史全过程分析、确定矿床所处的历史阶段、分清矿床形成地质作用的主次、评估不同成矿的强度和规模，则任何复杂矿床的成因问题自然可以迎刃而解。

综上所述，作者的基本观点和认识是：①地壳发展和演化的观点是研究论证多旋回成矿问题的最基本方法和重要内容；②演化不仅要注意时、空控制因素，而且更要注意与构造发展有关的各种地质、成矿作用和不同矿床成因类型之间的联系；③重视成矿历史的全过程分析是解决多旋回成矿中形成的叠加矿和复成矿成因问题的根本途径和重要方法。

最后，在结束本文时，作者再度强调：旋回性是地壳发展的基本规律，因而从历史的角度研究成矿的演化，必须重视多旋回成矿的系统总结。成矿的历史并不简单地等于成矿旋回，因而历史成矿论（B. И. 斯米尔诺夫，1982）也并不简单地等于旋回成矿论（作者，1987）。为了系统地简明旋回成矿的理论和实践认识，作者(1989)曾提出建立“旋回成矿学”分支，从当前成矿研究的发展趋势看，似更有必要。同时，为了便于深入研究与“旋回成矿学”有关的专题，视地质实践和系统资料的积累，在适当的时候建立“旋回构造学”、“旋回岩浆

学”、“旋回变质学”和“旋回沉积学”^①也是必要的和可能的。

参 考 文 献

- 1 黄汲清, 从多旋回构造运动观点初步探讨地壳发展规律. 地质学报, 1962; 42 (2)
- 2 黄汲清, 对中国大地构造若干特点的新认识, 地质学报, 1974; 48 (1)
- 3 黄汲清等, 中国大地构造基本轮廓. 地质学报, 1977; 51 (2)
- 4 黄汲清, 对中国大地构造特点的一些认识并着重讨论地槽褶皱带的多旋回发展问题. 地质学报, 1979; 53 (2)
- 5 李春昱, 板块构造与多旋回构造运动. 地质学报, 1979; 53 (4)
- 6 程裕祺等, 再论矿床的成矿系列问题. 中国地质科学院院报, 1983; 5
- 7 徐光炘, 矿床的多成因问题. 地质与勘探, 1979; (1)
- 8 陈国达, 多因复成矿床并在地壳演化规律看其形成机理. 大地构造与成矿学, 1982; 6 (1)
- 9 郭文魁等, 中国东部成矿域与成矿期的基本特征. 矿床地质, 1982 (1)
- 10 曾庆丰, 叠加成矿说. 地质与勘探, 1987; (1)
- 11 沈永和, 论主要金属成矿的演化序列. 矿床地质, 1982; (1)
- 12 沈永和, 多旋回成矿论. 中国地质科学院院报, 1987; 16
- 13 沈永和, 试从多旋回成矿论的观点论矿床的成因模式. 山西地质, 1988; 3 (3)
- 14 沈永和, 略论成矿类型的演化序列. 山西地质, 1989; 4 (1)
- 15 黄汲清等, 华南钨锡矿之多旋回成矿问题. 地质论评, 1986; 32 (2)
- 16 陶维屏, 中国非金属矿床形成和分布的若干规律——中国非金属矿床和板块构造. 地质学报, 1988; 62 (2)
- 17 董申保等, 中国变质作用及其与地质演化的关系. 北京: 地质出版社, 1986
- 18 裴荣富, 矿床分布模式和作为大地构造标志研究的进展. 见: 当今世界地质科学动向, 北京: 地质出版社, 1990
- 19 叶连俊等, 沉积矿床多因素多阶段成矿论. 地质科学, 1989; (2)
- 20 A. Л. 扬申等, 沉积作用在地史中的演化. 地质科技动态, 1987; (20)
- 21 A. Д. 谢格洛夫, 成矿规律与大地构造. 国外地质科技, 1987; (6)
- 22 T. C. 萨马马, 金属矿床的控制因素. 国外地质科技 1988; (2)
- 23 H. A. 希格, 矿床形成条件与分布规律. 地质科技动态, 1989; (11~12)
- 24 B. H. 斯米尔诺夫, 大地构造与内生矿化问题. 国外地质科技, 1977; (5)
- 25 C. Allegre, 演化着的地球体系. 地质科技动态, 1986; (21)
- 26 Г. С. 莫姆吉, 矿床分类的任务. 地质科技动态, 1990; (9)
- 27 Г. В. Рукин, 成矿作用的演化. 地质科技动态, 1989; (21)
- 28 Д. В. 龙德克维斯特等, 定量预测和成矿规律的某些理论问题, 1985; (5)
- 29 Z. 鲍曼, 板块构造与之有关的成矿作用的旋回性. 国外地质科技, 1986; (2)
- 30 C. 迈耶, 矿床是地史的指示标志. 国外地质科技, 1989; (3)
- 31 A. Л. 扬申, 地球历史上地质作用的演化 (预测科学优先方向的发展). 地质科技动态, 1989; (23)
- 32 Д. В. 龙德克维斯特等, 矿物形成的时间演化规律在成矿预测研究中的应用. 国外地质科技, 1983; (8)
- 33 Г. Ф. 雅科夫列夫等, 热液成矿作用的多成因和多期性. 地质科技动态, 1984; (2)
- 34 M. E. 巴利等, 超大陆旋回与金属矿床随时间的分布. 地质科技动态, 1992; (10)

① 此处“旋回沉积学”系以大地构造发展旋回及其相应构造环境控制为基础, 与以米兰科维奇旋回为基础的旋回沉积学, 其内涵并不完全一致

SOME PROBLEMS RELEVANT TO MINEROGENETIC CYCLE AND CYCLIC MINEROGENESIS

Shen Yonghe

(*Shanxi Bureau of Geology And Mineral Resources*)

Abstract

The fundamental problems concerning the minerogenetic cycle and the cyclic minerogenesis have ever been discussed in the serial papers of the author in recent years. With a purpose of making the standpoint and recognition more clear and better understood, here represented are the further discussions and supplements, and their emphases are put on the conceptions of the minerogenetic cycle, the processes of the cyclic minerogenesis and the evolution of the polycyclic minerogenesis. The concluding remarks now made may be tentatively drawn as follows.

First, cyclicity, as generally belived, is a basic character and regularity of the ceaseless developmental crust, and the tectonic cycle is one of the most important expressional pattern which bears close relation with various aspects of geology, especially of minerogenesis.

Second, relating to and resulting from the tectonic movements, the minerogenetic processes embrace not only magmatism but also sedimentation and metamorphism, they were generally in coexistence and developed with a characteristic of synchronicity and consistency both in time and space.

Third, the polycyclic tectonic movements give rise to the polycyclic minerogenesis, and the evolution of the polycyclic minerogenesis plays a very important role in the formation of poly-phase, poly-gene, and poly-type ore deposits, thus pay more attention to the historical analysis of the whole minerogenetic process is a key method and also a main way to solve the problems issuing from the genesis of some complex mineral deposits.

Fourth, historical minerogenesis may not be simply equal to the cyclic minerogenesis, for the former only shows the outward appearance, while the later can solve the problems of essence. It is the main reason why the author prefers to "cyclic minerogenesis" rather than "historical minerogenesis" (В. И. Смирнов, 1982), and so a new proposal for "cyclo-minerogeny" was tentatively put forward in the light of development of tectogenetic cycles (the author, 1987).

Key words tectono-cycle, tectono-minerogenetic cycle, cyclic minerogenesis, evolution of polycyclic minerogenesis