成矿旋回

自从1948年Ю·А·毕里宾提出关于地壳活动带成矿作用的重要概念以来，地槽区内生成矿作用的学说得到了发展。众所周知，这个学说的基本点可以归结为这样一种思想，即一定的岩浆岩及与其有关的金属矿床，产生于活动地槽转化为相对稳定的褶皱区的各个连续阶段之中。与此同时，斯塔里茨基等人开始了古地台成矿作用问题的研究。

近年来，主要是由于舍格洛夫及卡尔波娃有关活化区成矿作用的著作，使古老地台与年青地台的成矿作用研究更加深入了，并对此产生了越来越大的兴趣。不仅如此，综合上面提到的以及其他成矿研究的成果，现在研究内生矿床产生的区域条件和分布规律，再也不是孤零地针对褶皱区和地台了，而是把它们生成的全过程统归到统一的成矿旋回中一起研究。

成矿旋回分为地槽阶段和地台阶段。每一个连续的发展时期，都具有它所特有的标型岩浆岩建造及其有关的金属矿床，并与一定的发展阶段相对应。在认识地槽早期并延续到地台条件晚期阶段有规律产生的、比较固定的序列中，某一成矿旋回所有内生矿床的分布问题方面，Ю·А·库兹涅佐夫做过许多工作，确定了同样的岩浆建造发展次序。下面把这种次序作了本文目的所允许的某种简化。在从早期地槽阶段到地台完成阶段的岩浆旋回范围内，岩浆岩建造及与其伴生的内生金属矿床生成的综合简表如下。

不可能发挥表中所列的内容，但应当说明以下几点：第一，岩浆活动与成矿作用的次序必须理解为整个褶皱区和地台区的统计综合，而并非每一成矿省的全部内容。成矿省的特点，通常在很大程度上是由其发展中缺失成矿旋回的某一阶段而决定的。第二，连续发展阶段的岩浆建造和金属矿床并不占居成矿省的全部地区，而是集中在严格固定的大型构造单元中，从而造成它们较规整的分布，引起区域性的岩浆分带和成矿分带。对地槽而言，以下三个区域构造单元是特别重要的：1)类似于别尼奥弗（беньов）类型的地槽谷，赋存有地槽早期阶段的似玄武岩浆产物和岩浆型、矽卡岩型以及热液沉积型矿床；2)地槽谷附近的陆源坳陷，在其范围内褶皱丰期的花岗岩类侵入体把伟晶岩、钠长岩、云英岩及其他金属矿床分开；3)向地台状态过渡的晚期地槽独立断裂，有伴随大量热液矿化的浅成岩、喷出岩赋存。

对于活化地台也有三种大型构造单元是重要的：1)平缓的台地（地盾、长垣），含有伴随各种热液金属矿床的花岗闪长岩及碱

阶段	最重要的标型岩浆建造	最重要的标型矿床
	地槽期	
早期	海底细碧角斑岩建造	黄铁矿型有色金属矿床
	橄榄岩建造	铬铁矿岩浆矿床
	辉长－辉石－纯橄岩建造	含钛磁铁矿岩浆矿床
中期	斜长花岗岩－正长岩建造	矽卡岩铁、铜矿床
	花岗闪长岩建造	矽卡岩有色及稀有金属矿床
	花岗岩建造	稀有金属伟晶岩、钠长岩及云英岩建造
晚期	浅成斑岩及玢岩建造	岩浆成因的热液有色、稀有、贵金属及放射性元素矿床
	地面喷发安山－流纹岩建造	火山成因的有色、稀有、贵金属及放射性元素矿床
	地台期	
	浅成花岗闪长岩－花岗岩建造	热液有色、稀有、贵金属矿床
	霞石正长岩	磷灰石、稀有金属岩浆矿床
	碱性超基性岩建造	稀有、有色金属碳酸盐岩矿床
	金伯利岩建造	金刚石岩浆矿床
	暗色岩建造	岩浆硫化铜镍矿床

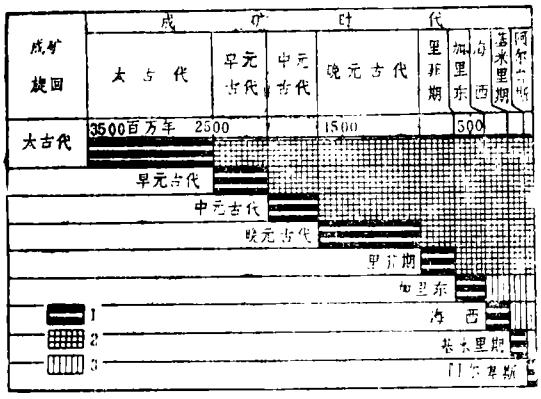
© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

性喷出岩；2)平缓的坳陷（台向斜、盆地），含有伴随硫化铜-镍矿的暗色岩；3)包括断层型在内的大断裂，明显地控制着含有碳酸盐岩和含金刚石金伯利岩的中心型超基性、碱性侵入体环带。

据上所述，只有注意到成矿旋回的地槽阶段，才能谈得上成矿时代，原因是随之而来的所有旋回的地台阶段包括了地质史最晚的年青时期，而与地槽发育的完成时间却毫不相干。从这一观点出发，可划分以下九个主要成矿时代（百万年）：太古代（3500～2500）、早元古代（2500～1800）、中元古代（1800～1650）、晚元古代(1650～900)、里菲期（900～600）、加里东期（600～400）、海西期（400～225）、基米里期（225～100）、阿尔卑斯期（100百万年至今）。

这里不准备详细论述各个成矿时代岩浆活动和含矿性的特点以及地质发展史中火成岩和金属矿床总的演化，但针对所讨论的成矿旋回问题，指出以下几点似乎必要的。

在俄罗斯和西伯利亚地台太古代杂岩的发育地区，发现有元古代、里菲期、古生代和中生-新生代活化的产物。在西伯利亚地台元古代和里菲期的褶皱区内，确定有古生代和中生-新生代地台阶段的岩浆活动和内生成矿作用。对于古生代(加里东和海西期旋回)的地槽区来说，查明有基米里和阿尔卑斯旋回迭加的地台岩浆活动及内生成矿作用，



按时代划分的成矿旋回之地槽与地台期比例略图

1—地槽时期；2—重复的地槽区及随之而来的地台区活化；3—地台活化

例如，哈萨克期坦、中亚、高加索等地就有这种情况。只是在基米里，尤其是阿尔卑斯旋回的褶皱区内，才见不到地台阶段的内生岩浆活动与成矿作用，这是理所当然的（见图）。

由此可见，越是古老的成矿区，它所经受的活化期也越长。由此出发，继承或重复的台向斜(Геосиклинальный желоб)的产生，也可以看作是最强的地台活化的特殊情况，它与地台断裂的形成、地台沿此断裂的移动以及大洋型出露地壳上地槽谷的产生有关。因此，随着成矿旋回由新到老的过渡，地槽基底岩石的确定就发生了极大的困难。地台更生的其他形式，可以认为是没有达到地槽成熟期的变形。不过，这种认识不应与多地槽发育及多地槽成矿作用的概念相混淆。多地槽成矿区，是在时代互相变换期间逐渐转化为褶皱区的地槽体系的部位产生的。

高加索即是一个例证。这里经受了加里东期、海西期、基米里期和阿尔卑斯期等时代的褶皱、岩浆活动与内生成矿作用。加里东地槽状况的重心发生于北部近高加索。这里所形成的加里东褶皱区，从南而使俄罗斯地台增长了。后来，随着时代的改变，地槽环境更向南推移，在同一方向上扩大了地台区。同时，这些成矿时代晚期阶段的岩浆活动和成矿作用，不仅占居了正在进行的时代的完成褶皱区，而且贯穿到已经发生的时代的年青地台区域之北部，因此呈年青褶皱构造活化带的形式出现。例如，高加索的“矿泉水”地区的岩浆活动及金属矿床，即是俄罗斯地台古生代边缘的新生代活化部分，它受横穿高加索褶皱区总平面的断裂，即所谓活化构造破坏控制。

最后再谈一下成矿旋回分析的理论和实际意义。此项研究的理论意义在于，可以追溯从萌芽的地槽初始时期到地台状态之末期岩浆活动与成矿作用的演化；揭示在条件变换（由活动构造带的柔性条件转为固结的单成岩）环境下发生的成矿作用中的变化；确

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

费尼克斯铜矿的资源勘探和品位控制

历史情况

葛兰拜矿山公司的费尼克斯铜矿位于加拿大不列颠哥伦比亚省南部格兰德·福克斯镇与戈瑞恩坞镇之间。矿区的开采权在1891年就已用标桩作誌。从那时起，曾经做过各种评价和勘探工作，但是直到1899年矿山和冶炼厂开始兴建的时候，矿区的储量还没有掌握。连结矿区和格兰德·福克斯冶炼厂的铁路在1900年建成后，即开始运出矿石。此后，生产延续了19年。

矿山初期的产量为每日630吨，以后曾经发展到3000吨以上。当时，格兰德·福克斯冶炼厂曾经是英国最大的冶炼厂之一。在19年中，矿石的总产量为1370万吨，品位：铜1.2%，金0.04盎斯/吨，银0.30盎斯/吨。

当时是坑内开采，采矿方法开始为方框支架法。但是由于矿石品位较低，很快就发现这一方法成本太高，因而改为大型空场法和充填法。矿山在那时就已高度机械化，采用了许多新技术，包括世界有名的葛兰拜矿车和一台自动化磨矿机，并在坑内采用了标准化的铁道运输系统。

在老费尼克斯矿，虽然开采技术比较先进，但是地质工作却做得很少。所以，遗留到目前的地质资料只能用来圈定矿带，而且限于已开采的范围。

矿床地质

表1为费尼克斯地区的地层表。所有已知矿体都赋存在“矽卡岩化”的钙质沉积岩中。它的分布范围呈马蹄形（图1）。最主要的采区为爱恩赛德坑。

矿石由分布均匀的细粒浸染状黄铜矿、少量黄铁矿和镜铁矿组成。在爱恩赛德矿以北，矿带有两个分支，但它们都属于一定的沉积层位。在南面，两个矿带汇合在一起，其厚度达到200英尺。地层和含矿层的倾角在地表为45度，到矿体下端几乎变为水平状。有几个断层把矿体沿水平方向和倾斜方向错断，其断距达25至100英尺（图2）。矿体的倾角为5至15度。

虽然经过了75年的断续研究。但对费尼克斯矿床的成因还没有一致的认识。现在，我们只能说这是一个大型的、低品位的浸染状黄铜矿矿床。

定继承了地质发展史从地槽到地台阶段的贯通金属矿床系列和地槽、地台时期连续阶段所特有金属矿床群；分析矿质来源的变更、金属矿床的形成深度及其产生的地质条件，其中包括地壳由压性为主到张性占优势的环境改变及其构造的变化；研究地壳深部矿质堆积的物理化学参数之演化，等等。这些问题正是内生成矿作用理论的本质。

成矿旋回分析的实际意义是：可以确定地槽和地台时期各个连续阶段的岩浆活动与成矿作用，在其产生时间和分布空间上的规律性关系，由此则为含矿性及找矿方向的预测评价打下科学的基础。

在成矿旋回范围内，由于褶皱期后活化的骤起，成矿作用可产生多次，因此，成矿预测图上只划分属于地槽阶段的矿床分布区就不够了。必须表示出复盖地槽成矿作用区的各个连续活化时期矿床发育的区域。这就要求采用容积的或者是网式的成矿填图方法，圈定在不同时间连续产生的金属矿床组的分布地区，其中一部分或许是完全相互掩盖着的。

例如，沿着西伯利亚地台东缘和东南緣，不仅要划分元古代地槽阶段的分布面积，而且还要划出迭加于其上的古生代及随后的中生-新生代活化期矿化的分布地区。因为所有时期及其各个阶段都有一套特殊的矿床，所以只有进行这种空间上的划分，考虑到成矿旋回的所有成矿时期，才能作出一定矿床组的分布预测并指导矿床的发现。

译自《разведка и охрана недр》
1973, №9, стр.1～5
作者：В.И.斯米尔诺夫
宫文译　青宁校

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net