



区分成矿物质来自地壳与地壳 以下（上地幔）的可能标准

近十年来，在许多矿床地质人员中，有一种将内生矿床区为两大类的明显倾向。这是由于实验岩石学最近的研究成果导致的，即火成岩由两种主要方式形成：

- a) 由地球上地幔内的玄武岩熔融体形成；
- b) 由地壳内再生成因的花岗岩熔融体形成。

因此，从理论上推测应存在两类内生矿床。

第一类包括这样的一些矿床，其组份（特别是金属组份）大多数来源于上地幔，也就是岩浆成因的。

第二类矿床的组份都是硅铝层壳内或其上比较活动的组份。本文不拟区分变质或分泌（Sectionary）来源与岩浆成因来源的组份，按照传统的观点，后者的成矿溶液是花岗岩熔融体分异的产物。

迄今所发表的分类，锡萨尔兹（1965）的分类可能是通常这种分类中最精细的体系。该分类虽有其合理性，但是在多数情况下看来都是无法解释的，尤其是需要确定某些矿床究竟为哪一类时。史密斯（1963）在其热液矿床分类标准可能途径的讨论中认为，根据组份来源的任何分类计划不仅是“无用的而且是有害的”，除非标准发展为一种区分。

本文的目的是讨论这些标准并研究这样的分类是否能像理论一样用于实践。这样不仅能引起矿床地质人员而且也能引起地球化学和岩石学工作者的兴趣，因为它能提供近地壳基底或上地幔内地质作用的信息。

矿床的一般性质不能作为标准

矿床的许多性质不能作为成矿组份最终

来源的指针，例如具有明显外表特色的矿体的形状（如矿脉、矿层、交代矿体）及其所在的构造位置。矿床的矿物，同样也只不过是地球化学上表明了迁移到成矿部位的元素组合，而且，要确定迁移到成矿部位元素的增加或减少，也仅能在详细研究矿床附近及沿着上升通道附近的围岩蚀变后得出。再者，对液态包裹体的研究，是为了寻找矿床形成时未沉淀的元素。研究矿床或矿段两侧和垂直方向的变化，最终也只能指出，来自相同的“含矿溶液”在不同的水平上沉淀不同的元素。

特殊矿物及某些矿物共生组合的出现，不能不认为是矿物沉淀或结晶时，由于物理化学条件包括温度与压力的结果，而不是最终来源的“溶液”所致。

矿床的绝对年龄——如果已经知道——只能用来指示同年代的不同矿床或岩石的成因关系，或与某一造山时期的成因关系。

地质上的可能标准

矿床的某些“地质”特征，在一些情况下，能作为成矿组份原始来源的指针。最重要的特征之一是这些矿床（或矿体群）与某些火成岩密切的野外联系。

这样野外联系的例子是所谓铬铁矿的液态—岩浆矿床、Ni—Fe—Cu硫化物或铂族金属矿物与超基性至基性侵入体的联系。如果断定这些侵入体是直接来自上地幔物质的部分分异物，那末很有可能与此类侵入体有关的矿床也来自上地幔。然而必须考虑到，超基性岩也可能只是作为沉淀剂，该种情况的这类矿床应该是较普遍的。

第二种情况，可以认为许多伟晶岩和

“气成”矿脉的产出与花岗岩有关,而花岗岩本身又常被证明极大可能是藉地壳岩石的再生作用形式。由此看来,极有可能这些伟晶岩的形成也通过这些地质作用。

另一个“地质的”论据是与一个造山运动发展的不同阶段有关的矿床在空间与时间上的大地构造位置。勃切尔特(1960)与锡萨尔兹(1965)引用斯蒂勒造山运动的阶段体系指出,如物质的输入在“初期”地槽阶段通常是玄武岩质的,就可能是来自地幔。对德国该类两个最重要的海底-喷气硫化物矿床硫同位素的研究表明,很难说明这些矿床包含着许多地幔物质(详见于后)。这个论据充分说明,不是所有“初期”地槽阶段的矿床都来源于地幔。

第三个论据是同类矿床产出范围的大小。在许多地区、成矿区或矿带的水平方向的延伸远远大于全部地壳的厚度。因此,可能表明这样的成矿带其组份必来源于上地幔。然而考虑到矿床只包含极少量的有用元素百分含量,而在岩石中存在着大量的“低地球化学浓度”的有用元素。因此,只要少量增加百分含量就富集成矿,必然会形成一个成矿带。所以这也可能只是通过地壳作用形成,例如地槽或狭窄碳酸盐岩石带,是属于这样方式形成的特殊条件。

结论:与地幔成因的超基性岩以及基性岩或与再生花岗岩有紧密空间联系的矿床,一般表明矿床的组份也分别来自地幔或地壳。大地构造的或空间分布的论据是不可靠的标准。

地球化学的可能标准

存在于矿床中的元素组合,有可能用来作为寻找成矿物质的最终来源的一种标准。但是,如果元素组合的意义通常是以假设为根据的,这样的标准一般不能认为有决定意义。一个可能的例外是与其它地方地幔成因的元素组合的对比,如液态-岩浆型矿床中的或是没有地壳物质污染的大洋区玄武岩流喷气矿床中的元素组合。

锡萨尔兹的分类体系已经明显指出,用

元素组合区分两种来源的热液矿床不是可靠的标准。

结论:唯一可靠的标准是地球化学资料(包括同位素资料)与液态-岩浆矿床的元素组合相符,这样可表明是地幔来源的。在此情况下,与超基性岩密切的野外联系应当是明显的。

同位素地球化学的可能标准

化学元素的稳定同位素比值,是在该元素溶解一再沉积作用后仍能保持的独有的特性,这种特性是断定没有同位素的分离或其分离的结果已为人们所知。因此,稳定同位素的比值就成为一种“留名(memory)”,遇到异常值时,能提供关于该元素在沉积历史中的阶段资料。

在这方面,硫是存在于矿床中这种最重要的元素,近年来(1965)作者已概述过硫同位素某些方面与矿床的关系。“平均地幔硫”的同位素比值已基本弄清,其 δS^{34} 与陨硫铁标准值比较起来是微弱的正值(S^{34} 与 S^{32} 对比富千分之几)。不足之处是硫同位素资料仅提供硫来历的信息,而没有提供金属的来历。

认为地幔成因的硫化物(如肖德贝里、斯蒂尔沃特、英西兹瓦)硫同位素比值,环绕着“平均地幔硫”只有微量的变化,从矿床的底部到顶部 δS^{34} 略有少量增加。结果,所有的硫同位素比值均落入与地球的地幔来源相一致的幅度内。然而,这个比值的幅度,也能产生于地壳成因的矿床中。

与此相反,硫同位素比值与“平均地幔硫”有强烈的偏离,一般能作为地壳成因的表现。根据这点证明,德国著名的梅根和兰姆尔斯伯格矿床可能不会含有许多上地幔物质。

铅是有潜在意义的另一种元素。令人惊奇的是由普通-铅同位素资料得出的“模式年代”几乎经常与矿床可能的实际年代相一致。

假定考虑以“模式年代”的计算为根据,这个结论可以推论所有相应的情况,铅在目前的场所沉积以前,不能长期在地壳中保持不变。地壳岩石中U和Th浓度很高将会引起

Pb^{208} 、 Pb^{207} 、 Pb^{206} 的增长,因而出现在较低的年龄。这意味着相当于模式年代的矿床应是地幔来源的。

可能有意义的其它元素,应该提到铯。铯的同位素比值已经应用为直接来源于地幔玄武岩的一种证据。可能在某些情况下,铯的同位素研究有助于发现矿床组份的来源。

同样,碳酸盐岩中碳与氧的同位素比值幅度清楚地表明是极深的部位(地幔?)成因的。如果含硫化物的碳酸盐岩的硫同位素数据也与来自地幔的如南非帕拉波拉的情况相一致,则碳与氧的数据可作为补充的标准。

结论:就矿床组份来源而论,稳定同位素资料中唯一可靠的指针乃是硫同位素比值强烈地偏离通常的平均值,表明这种硫即为地壳来源的。

结 论

总之,来自上地幔的矿床与来自地壳的矿床相比,前者似乎具有选择分布幅度较狭窄的性质。然而至今两者尚无以此来划分的实际精确的标准。

完全充分的标准是某类矿床与其专属的火成岩及其分异产物密切的野外伴生。为此,液态一岩浆矿床似乎在成因上与超基性至基性围岩有关。而这种赋存的岩石目前认为是地幔来源侵入体的分异物。反之,许多伟晶岩及气成矿床是与花岗岩联系起来的,我们现在认为其形成是因地壳岩石的再生作用。

唯一令人信服的证据来自稳定同位素地球化学,尤其是硫的同位素,其强烈地偏离平均比值的现象可以表明地壳作用。同位素地球化学颇有希望导致更进一步的区分标准。

临界状态时的热液矿床与假设的“海底一喷气”矿床至今不存在一定的标准。因而,按照地壳(硅铝层)或上地幔(硅镁层)来源的矿床分类,一般只具有理论价值;实际上,矿床成份来源的证明是最困难的,除非侵入体或其分异体与矿床存在非常密切的野外联系。

陈树盛译自:《第二十三届国际地质会议报告》,第七卷,179~184,

作者:K.V.格林

关于含矿建造系列和

岩浆含矿体系

近年来,关于含矿建造成因系列和岩浆含矿体系的概念越来越盛行。关于“含矿建造成因系列”这一术语的实质和内容看法还不一致。P.M.康斯坦丁诺夫(1966)把系列理解为与矿物成分上的逐渐过渡相联系的含矿建造。B.A.库兹涅佐夫等(1971)则强调含矿系列与一种岩浆建造的成因联系,И.Г.马加克扬认为含矿建造是与一定的构造岩浆组合等差不多同时形成的。目前“含矿体系”一词的含义还不明确,至于这个概念与系列这一概念的关系就更不清楚了。

在提出上述术语的目前这个初期阶段,举出一些含矿系列和含矿体系表现最明显的实例是有益的。属于这一类的有青盘岩含矿建造系列和与其相对应的斑岩铜矿含矿体系。在欧亚大陆和美洲的许多含矿区,都证明有这种系列和体系存在。在研究含矿系列和含矿体系问题的情况下,就为预测和普查隐伏矿体揭示出广阔的前景。

有规律发育的岩浆含矿过程,在中部堪察加含矿带(内安山岩弧)促使了一系列不同深度的含矿建造的形成,由下而上为:1)斑岩铜矿建造,2)铜钼建造,3)多金属建造,4)金银建造,5)砷锑汞建造,6)黄铁矿建造(含自然硫)。该系列的深部各组成部分,是在岩石碱性蚀变环境中形成的,在近地表条件下,酸性淋滤发育。与每一含矿建造相对应的,都有其围岩热液蚀变的类型。例如,含有新生成的正长石和黑云母的高温碱交代作用,对斑岩铜矿床是最有代表性的。除高温青盘岩化碱交代作用之外,铜钼