

文章编号: 1009-0622(2000)02-0016-05

(6) 16-20

矿床地球化学类型与成因类型  
和成矿系列的关系

谭运金

(中国有色金属桂林矿产地质研究院, 广西 桂林 541004)

P611

**摘要:** 矿床地球化学类型揭示了同一成因类型的矿床在矿化特征和成矿作用的物理化学条件上的差异。矿床的有用组分是划分矿床地球化学类型的重要标志,也是鉴别矿床成矿系列的依据。矿床地球化学类型在确定空间上叠加、复合和并列的矿床成矿系列中,具有重要作用。

**关键词:** 矿床;地球化学类型;成因类型;成矿系列;关系  
**中图分类号:** P59;P611 **文献标识码:** A

## 0 前言

P

矿床地球化学是一门新兴的边缘学科,它运用新技术与新方法研究矿床的地质、地球化学特征、成矿物质和成矿流体的来源、成矿过程的物理化学条件,矿床地球化学研究导出矿床地球化学分类。通过对南岭地区石英脉状黑钨矿床的矿床地球化学类型系统研究,认为矿床地球化学类型是矿床成因类型研究的深入和发展;是矿床成矿系列研究的前提和基础;对丰富和发展成矿理论、指导找矿和矿石综合利用,具有重要的现实意义。

## 1 矿床地球化学类型与成因类型

目前,以矿质来源为基础的矿床成因分类系统已基本建立。根据现有的矿床地质、流体包裹体及稳定同位素组成资料,南岭地区的石英脉状黑钨矿床,其矿床成因类型属于与壳源岩浆花岗岩类有关的岩浆期后高温气成热液矿床;滇黔桂地区的微细浸染状金矿床,其矿床成因类型属于沉积改造(层控)型低温热液矿床。通过矿床地球化学类型的研究,南岭地区的石英脉状黑钨矿床可以划分为两种矿床地球化学类型;滇黔桂地区的微细浸染状金矿床可以划分为三种矿床地球化学类型。不同矿床地球化学类型的矿床之间,既存在许多共同的地质特

征,也表现出明显的差别。南岭地区的石英脉状黑钨矿床分为钨铍钼型黑钨矿床和钨锡硫化物型黑钨矿床<sup>[1]</sup>,它们在矿床的成矿元素组合、矿石的矿物共生组合、近矿围岩蚀变、标型矿物及其成分特点、成矿作用的物理化学条件等方面,存在着明显的差别。钨铍钼型黑钨矿床:其成矿元素组合为钨铍钼;矿石的主要矿物组合为黑钨矿、绿柱石、辉钼矿、辉铋矿和自然铋;云母类矿物为黑云母和白云母;黑钨矿的成分特点是富铁贫锰;特征的近矿围岩蚀变作用是黑云母化、钾长石化和锰铝榴石化。钨锡硫化物型黑钨矿床:其成矿元素组合是钨、锡、铜(铅锌);矿石的主要矿物组合为黑钨矿、锡石、黝铜矿、黄铜矿、闪锌矿和方铅矿;标型矿物是氟磷酸铁锰矿、黄玉、毒砂、锰磷灰石;云母类矿物是黑磷云母、铁锂云母;黑钨矿的成分特征是富锰贫铁;特征的近矿围岩蚀变作用是黄玉化、萤石化和毒砂化等。两类黑钨矿床的成矿过程的物理化学条件不同:钨铍钼型矿床的成矿流体具弱碱性特征,其pH、Eh值较高;钨锡硫化物型矿床的成矿流体具弱酸性特征,其pH、Eh值较低。滇黔桂地区的微细浸染状金矿床分为金—铋—黄铁矿型金矿床、金—汞—(铊)型金矿床和金—砷—(铋)型金矿床<sup>[2]</sup>。它们在含矿建造形成的构造环境、矿化主岩的岩性及岩性组合、矿床产出的区域矿化特点、化探异常的元素

收稿日期:1999-06-21

作者简介:谭运金(1941-),男,湖南衡阳市人,教授级高级工程师,长期从事稀有与稀土元素、钨锡矿床和金矿地质、地球化学研究。

组合、主要载金矿物、成矿流体来源及性质等方面,均存在一定的差别(见表1)。

石英脉状黑钨矿床与花岗岩类关系的研究结果表明<sup>[1]</sup>:钨铋钼铌型矿床的成矿母岩是产于南岭地区加里东早期后隆起带的黑云母—白云母型花岗岩,它们是由时代较老、变质程度较深、成岩时氧逸度较高的源岩,经重熔而成的岩浆结晶产物;钨锡硫化物型矿床的成矿母岩是产于南岭地区海西—印支期拗陷区的黑云母—锂云母型花岗岩,它们是由时代较新、变质程度较浅,成岩时氧逸度较低的源岩,经重熔而成的岩浆结晶产物。两者虽属于壳源岩浆花岗岩类,且岩石化学、造岩矿物等特征相似,但它们在反映其地球化学特征的参数(微量元素含量、云母类矿物成分特点,副矿物及其成分)上,存在明显的区别。

滇黔桂地区的微细浸染状金矿床,其矿质来源于同生沉积作用形成的含矿建造。金—铋—黄铁矿型金矿床,其含矿建造是下泥盆统坡脚组或上二叠

统龙潭组(包括“大厂层”),它们是在陆内裂谷带发展的初始张裂阶段,于潮坪泻湖环境形成的,由火山—陆源碎屑岩组成的沉积建造。金—汞—(铊)型金矿床,其含矿建造是上二叠统长兴组和下三叠统夜郎组,它们是在裂谷带处于扩张沉陷初期,在台地相局限—半局限沉积环境中形成的,由粘土岩、粉砂岩和不纯的碳酸盐岩组成的沉积建造。金—砷—(锑)型金矿床的含矿建造是中三叠统许满组,它们是在裂谷带处于强烈沉陷时期,于深海盆地形成的浊流沉积建造。

以上所述表明,作为石英脉状黑钨矿床的成矿母岩的壳源岩浆花岗岩,因源岩的时代、变质程度、沉积环境及岩性组合的差别,表现出明显的区别。同样,为沉积改造型金矿床提供矿质的含矿建造,则因其区域构造背景、沉积环境和岩性组合的不同,表现出明显的区别。因此,将矿床地球化学特征具有明显差异,且矿质来自不同的壳源岩浆花岗岩,或矿质来自不同的含矿建造的矿床归并于同一矿床类

表1 滇黔桂地区微细粒浸染型金矿床的地球化学特征

地球化学特征	金—铋—黄铁矿型	金—汞—(铊)型	金—砷—(锑)型
主岩形成的构造环境	裂谷带发展的裂陷初期	裂谷带发展的扩张沉陷初期	裂谷带强烈沉陷时期
主岩岩性及沉积相 沉积建造	火山—陆源碎屑岩、陆源碎屑岩;海陆交互相(滨岸潮坪相、滨海潮坪相),火山沉积建造	不纯的碳酸盐岩、粘土岩;局限—半局限台地浅海相碳酸盐岩—粘土岩建造	浊流沉积岩;广海盆地边缘斜坡(主要为下斜坡)相浊流沉积建造
矿床产出的矿带	铋矿带(Ⅱ)	汞(铊)矿带(Ⅲ)	砷(雄黄)—(锑)矿带(Ⅳ)
化探异常的元素组合	Au, Sb, Hg, As, Nb, Ni, Co, Zn, Cd, Mo, P, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	F, Li, B, Y, Au, As, Hg, Sb, Tl, Mo, Ag, K <sub>2</sub> O, CaO, MgO	Ba, Sr, F, Hg, Ag, As, Au, Sb, Cu, Cr, Co
主要载金矿物	主要为黄铁矿,其次为毒砂,黄铁矿的金含量高于毒砂	主要为黄铁矿,其次为方解石、白云石	主要为毒砂,其次为黄铁矿、粘土矿物,毒砂的金含量高于黄铁矿
特征蚀变作用	萤石化、辉铋矿化、砷化、黄铁矿化、毒砂化	碳酸盐化、辰砂化、砷化、黄铁矿化	砷化、黄铁矿化、毒砂化、雄黄化、粘土化
Ca <sup>2+</sup> /Mg <sup>2+</sup>	1.56	8.33	2.96
Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	4.63	2.82	3.04
Cl <sup>-</sup> +F <sup>-</sup> /SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	7.44	2.89	6.31
成矿流体的物理化学	pH值(5.4~6.77), Eh值较高的偏碱性流体	pH值(5.0~7.5), Eh值较高的偏碱性流体	pH值(3.6~5.2), Eh值较低的偏酸性流体
成矿流体的来源	改造后的大气降水与岩浆演化流体混合而成热液	改造后的大气降水与地层建造水混合成的热液	以地层建造水为主,含有改造后的大气降水
与岩浆活动的联系	基性岩浆活动提供部分成矿物质和热动力条件	基性火山物质转变的凝灰岩提供部分成矿物质	与岩浆活动无明显的直接联系
代表性矿床	戈塘、大厂、单档、舟布格	梦木沟、三岔河	烂泥沟、金牙、丫他、板其

型,显然是过于粗浅。矿床地球化学类型研究不仅揭示了属于同一成因类型的矿床在矿化及地球化学特征上的区别,而且深入地揭示了它们在成矿作用中的物理化学条件的差别。因此,矿床地球化学类型是矿床成因类型研究的深入和发展。

## 2 矿床地球化学类型与成矿系列

矿床成矿系列概念是在矿床原生分带和矿床空间分布规律、成矿模式研究的基础上,由我国地质学家程裕淇、陈毓川院士提出的。矿床成矿系列是由两个或更多的矿床类型(或矿石相)所组成,它们分别含有一定的(共同的或各自的)有用组分(元素、矿物),产出在一定的地质单元内的不同地质部位,其具体的生成地质条件有所不同,但都在一定的主要地质作用的影响之下,主要形成于一定的地质历史时期的同一或不同阶段,且从区域地质的发展历史角度考虑,彼此之间存在着内在的联系,并构成一个四维成矿整体,即一个成矿系列<sup>[4]</sup>。矿床成矿系列在我国矿床地质和区域成矿规律、成矿模式研究中得到广泛的应用,在认识矿床原生分带和矿床空间分布规律,不同矿床类型之间内在联系等方面,较之以往的研究成果更为深入,对开拓找矿思路和找矿预测发挥了积极的作用。

由矿床成矿系列的概念得知,构成一个成矿系列的矿床,必须是:①在一定的主要地质作用影响下形成的。②含有一定的(共同的和各自的)有用组分(元素、矿物)。③彼此之间存在内在联系。④在相似的地质背景下,可大致重复出现。其中含有一定的(共同的和各自的)有用组分(元素、矿物)是确定矿床成矿系列的核心因素。成矿地质作用的主要表现形式是有用组分的产出特征和集中、分散规律,根据有用组分的产状,不仅可以探索成矿作用的特点和物理化学条件,而且可以追踪构成成矿系列的矿床或矿床类型之间的内在联系。在相似的地质背景下,可大致重复出现的矿床或矿床类型,其有用组分是一定的。

判定矿床或矿床类型是否属于矿床成矿系列,最重要的标志是各矿床或矿床类型之间的亲源关系,只有存在亲源关系的矿床或矿床类型,才能构成一个矿床成矿系列。矿床的有用组分(元素、矿物)的继承演化关系是说明矿床之间亲源关系的标型特征之一,也是矿床地球化学类型研究的主要内容和

分类的重要依据,只有属于同一矿床地球化学类型的矿床或矿床类型,彼此之间才具有亲源关系,才能构成矿床成矿系列。因此,矿床地球化学类型是矿床成矿系列研究的前提和基础。

南岭地区是研究稀土、稀有和黑钨矿床成矿系列的最佳示范区。许多学者就该地区的稀土、稀有和有色金属矿床成矿系列发表了论述,其主要认识是:①南岭地区的稀土、稀有和有色金属矿床构成一个矿床成矿系列。②该成矿系列的矿床或矿床类型与中生代壳源岩浆花岗岩类存在密切的时空联系。③与成矿有关的主要地质作用是花岗岩浆的结晶分异作用。这些论著的共同缺陷是忽视判定矿床成矿系列的必要条件,即构成矿床成矿系列的矿床间必须存在亲源关系,它们的有用组分必须具备继承演化关系。因此,提出的矿床成矿系列,或则是某一矿田的矿床空间分带模式,或则是理想的综合成矿模式,不可能在相似的地质背景下,可重复出现的矿床成矿系列。

通过对花岗岩与成矿关系研究,发现南岭地区与稀土、稀有和黑钨矿床有关的壳源岩浆花岗岩类,可以分为两种地球化学类型,即黑云母—白云母型花岗岩和黑云母—锂云母型花岗岩。它们在有用组分(元素、矿物)组合特征及继承演化上,存在着明显的区别。与黑云母—白云母型花岗岩类有关的稀土矿化较强;只有在花岗岩浆经历了特殊的分异作用下,才能形成铌钽矿化;与之有关的黑钨矿床是钨铍钼型矿床。与黑云母—锂云母型花岗岩类有关的稀土矿化较弱;铌钽矿化较强且普遍;与之有关的黑钨矿床是钨锡硫化物型矿床。因此,与南岭地区中生代壳源岩浆花岗岩类分异演化作用有关的矿床成矿系列可分为:①与黑云母—白云母型花岗岩类有关的矿床成矿系列。②与黑云母—锂云母型花岗岩类有关的矿床成矿系列。作为判别矿床成矿系列的标志的有用组分,除矿化元素组合外,还有锂、氟、硼等元素含量,云母类矿物的成分特点等。根据这些标志,不仅可以确定矿床的地球化学类型或成矿系列的归属,而且能实现在相似的地质背景下,可大致重复出现。

近年来,有些学者注意到,在许多成矿区带内,不同时代和不同成矿方式的矿床成矿系列往往空间上叠加、复合和并列在一起,其成矿元素抑或基本相似,抑或截然不同<sup>[5]</sup>。研究表明,南岭地区既存在时

代相近、成矿方式相同、且成矿元素大体相同的两个矿床成矿系列的叠加(前述的与黑云母—白云母型花岗岩类有关的矿床成矿系列和与黑云母—锂云母型花岗岩类有关的矿床成矿系列),亦存在不同时代、不同成矿方式的矿床成矿系列的叠加、复合。根据成矿的有用组分的组合特征及其继承演化关系,追索矿床的亲源关系,就能卓有成效地鉴别出空间上叠加、复合的、分属不同成矿系列的矿床。

综上所述,以矿床有用组分的组合及其继承演化特征为主要研究内容和分类依据的矿床地球化学类型,在确定矿床成矿系列和鉴别空间上叠加、复合和并列的矿床成矿系列中,具有重要作用。

### 3 矿床地球化学类型的应用

#### 3.1 在找矿预测中的应用

60年代中期,人们总结出细脉带状石英脉型黑钨矿床具“五层楼”式变化规律,并提出地表标志带作为隐伏、半隐伏石英脉状黑钨矿床的找矿标志。实践表明,运用这一标志找矿,其成功率不足30%。通过观察、研究发现:①地表标志带只适合于细脉带状石英脉型黑钨矿床的找矿预测,而不适合石英大脉型黑钨矿床的找矿预测。②在南岭地区,只有属于钨锡硫化物型黑钨矿床才能形成细脉带状石英脉型黑钨矿床。因此,在运用地表标志带进行隐伏、半隐伏黑钨矿床找矿预测时,不仅要观察地表标志带的一般特征,还必须研究反映黑钨矿床地球化学类型的各种特征(矿物组合、标型矿物、近矿蚀变围岩及其微量元素含量)。只有确定了地表标志带具有钨锡硫化物型黑钨矿床的标型特点,运用地表标志带找矿才能达到目的。实践表明,凡是运用地表标志带找矿,取得显著经济效益的黑钨矿床(新安子、芭蕉坑、红旗岭、锯板坑、石雷等大、中型矿床),都是矿床地球化学类型属于钨锡硫化物型的细脉带状石英脉型黑钨矿床。

#### 3.2 在矿化深度评价中的应用

石英脉状黑钨矿床的找矿勘探实践表明,含矿石英脉进入花岗岩体之后,一般延深100m左右即行尖灭。因此,在沉积变质岩发育区的石英脉状黑钨矿床的找矿勘探工作,应将隐伏花岗岩体的产出标高作为评价矿化深度的重要标志。

(1)含黑钨矿的石英脉进入的花岗岩是其成矿母岩,其延深一般不超过100m;当该岩体不是其成

矿母岩,其延深往往超过200m。因此,利用隐伏岩体产出标高作为评价矿化深度的标高,必须确定隐伏岩体与含矿石英脉是否为亲源关系。

(2)矿床地球化学类型研究表明,南岭地区存在钨铍钼铋型和钨锡硫化物型石英脉状黑钨矿床,其成矿母岩分别为黑云母—白云母型花岗岩和黑云母—锂云母型花岗岩。可以利用石英脉状黑钨矿床和花岗岩的有用组分(元素、矿物)的继承演化关系及其他地球化学标型特征,判别石英脉状黑钨矿床与隐伏花岗岩体的亲源关系,实现评价矿化深度的目的。这在两种矿床地球化学类型的黑钨矿石英脉叠加、并列于同一矿床时尤为重要。湖南瑶岗仙钨矿床是钨铍钼铋型含矿石英脉与钨锡硫化物型含矿石英脉叠加、并列在一起的黑钨矿床,且两类含矿石英脉都延深到隐伏花岗岩体内。通过对矿脉和隐伏岩体的有用组分继承演化关系的研究,确定已揭露的隐伏岩体是与钨铍钼铋型含矿石英脉具亲源关系的黑云母—白云母型花岗岩。因此,认为瑶岗仙矿床的钨铍钼铋型含矿石英脉,其走向为NNW向的石英大脉,在花岗岩体内的延深不会超过100m。而呈走向NNW向的细脉带状含矿石英脉,其矿床地球化学类型属钨锡硫化物型,它们在花岗岩体内的延深将超过200m,这一推断已为矿山找矿实践所验证。

#### 3.3 综合利用

有用组分的产出特征及其组合规律是矿床地球化学类型研究的主要内容和分类依据。因此,当矿床的地球化学类型确定之后,就可以判断其可能存在的有用组分和不可能出现的有用组分。

某地101矿床是与石英脉状黑钨矿床有亲源关系的花岗岩型铍钼钨矿床。生产单位采用化验方法,确定矿床内存在可供综合利用的铍含量,却没有发现含铍矿物(未作物相分析)。根据101矿床与钨铍钼铋型石英脉状黑钨矿床的亲源关系,笔者提出,101矿床的铍矿化主要呈绿柱石、硅铍石产出。与物相分析结果基本一致。广东524矿床是花岗岩型铍钼矿床。笔者观察、研究后认为,其矿床地球化学类型属于黑云母—锂云母花岗岩,矿床中应存在可供综合回收的、呈锡石产出的锡矿化,建议矿山注意回收锡石,取得了理想的效果。广西冶勘271队提出,希望笔者帮助查定栗木矿区的花岗岩型铍钼矿床的铍矿化及其赋存状态。经观察研究发现,该区的花岗岩型铍钼矿床,其矿床地球化学类型属黑云母—

锂云母型花岗岩, 不可能存在可供综合回收的铍矿化, 没有必要进行深入的研究。80年代初, 在南岭地区的石英脉状黑钨矿床中, 发现了可供综合回收的银矿化。研究表明, 只有钨锡硫化物型黑钨矿床才存在可供综合回收的银矿化。因此, 在找矿靶区和评价矿区, 可以根据其矿床地球化学类型, 确定其可供综合回收的有用组分。

#### 4 结 语

(1) 根据矿床的地质、地球化学特征, 南岭地区的石英脉状黑钨矿床可以划分为两种矿床地球化学类型: 钨铍钼铋型矿床和钨锡硫化物型矿床。它们属于同一成因类型的黑钨矿床, 即与壳源岩浆花岗岩类有关的岩浆期后高温热液型黑钨矿床。

(2) 不同矿床地球化学类型的石英脉状黑钨矿, 在矿床的成矿元素组合和矿物共生组合、近矿围岩蚀变、标型矿物及其成分特点、成矿作用的物理化学条件等方面, 存在着明显区别。因此, 矿床地球化学研究揭示了同一矿床成因类型的矿床在矿化特征和成矿的物理化学条件上的差异。

(3) 组成同一矿床成矿系列的矿床或矿床类型, 必须含有一定的(共同的和各自的)有用组分, 彼此之间存在内在联系。有用组分的组合特征及其继承

演化规律, 是矿床地球化学类型研究的主要内容和分类的重要依据。因此, 矿床地球化学类型研究是矿床成矿系列研究的前提和基础。它们在确定矿床成矿系列和鉴别空间上叠加、复合和并列的矿床成矿系列中, 具有重要作用。

(4) 不同矿床地球化学类型的黑钨矿床, 利用其成矿母岩的特征, 可以进行矿床深部的矿化评价。不同矿床地球化学类型的黑钨矿床, 其有用组分(元素、矿物)组合特征不同, 因此, 运用有用组分的组合规律, 指导矿床综合利用研究。

#### 参考文献:

- [1] 谭运金. 南岭地区脉状黑钨矿床的地球化学类型[J]. 地球化学, 1982, (2): 155~161.
- [2] 谭运金. 南岭地区壳源性岩浆花岗岩的地球化学类型及其形成条件[A]. 中国地质学会, 国际交流地质学术论文集(三)[C]. 北京: 地质出版社, 1984. 331~339.
- [3] 陈毓川. 矿床的成矿系列[J]. 地学前缘, 1994, (3): 90~94.
- [4] 毛景文, 王平安, 毕承恩. 矿床成矿系列在地质历史中的空间叠加、复合、并列和迁移[A]. 中国地质学会矿床地质专业委员会. 第五届全国矿床会议论文集[C]. 北京: 地质出版社, 1993. 25~27.

## The Relationship Between Geochemical Types and Genetic Types and Metallogenic Series of Ore Deposits

TAN Yun-jin

(Research Institute of Geology for Mineral Resources, Guilin 541004, Guangxi, China)

**Abstract:** The geochemical types of deposits reveal the difference of deposits belong to a genetic type in mineralization features and ore genetic physics and chemistry conditions. The useful composition of deposit is an important symbol dividing geochemical types of deposits, also they are the basis for determining metallogenic series of ore deposits. The geochemical types of deposits play an important role for establishing the pile and compound of metallogenic series of ore deposits in space.

**Key words:** deposits; geochemical types; genetic types; metallogenic series of ore deposits; relationship