

东秦岭有色金属成矿带中典型矿床 赋矿地层的地质地球化学研究

刘孝善 严正富 郑素娟 武耀成 黄标*

(南京大学地质系)

吴澄宇

(中国地质科学院矿床所)

内容提要: 对东秦岭有色金属成矿带中典型矿床赋矿地层的地质地球化学剖面、岩性特征、沉积环境、钼(钨)元素含量、微量元素分布及钼与微量成矿元素相关关系的多元回归分析等研究表明, 栾川群白术沟、三川、南泥湖、煤窑沟及官道口群龙家园等各组地层是该成矿带中主要控矿层位; 滨海相及滞流较深相条件下沉积的陆源碎屑岩类平均含钼(钨)较高; 赋矿地层富含钼(钨)可能与继承蚀源区太华群和熊耳群钼、钨高含量有关; 钼与钨、锰成正相关, 而与铅或锌成负相关; 东秦岭赋矿地层的直接标志是钼、钨平均含量均几倍到几十倍地高于它们在地壳中的丰度, 该赋矿地层就是矿源层。并分析了主赋矿地层与非主赋矿地层中钼、钨的丰度, 证实了矿化与含矿地层之间的内在联系。确认该成矿带中大型钼(钨)层控矿床之赋矿地层既是它们的矿源层, 又是它们的围岩, 这些含矿地层是形成东秦岭成矿带中大型、特大型钼、钨矿床的物质基础。

关键词: 东秦岭成矿带 钼(钨)矿床地球化学 数学地质

一、前言

东秦岭有色金属成矿带是我国斑岩-矽卡岩型钼、钨、铁、铜、铅、锌、硫矿床重要的成矿带之一。长期以来, 多数学者把岩体或岩浆期后热液作为这类矿床成矿物质的唯一来源。1981—1983年秋, 徐克勤、胡受奚教授、冯祖钧副教授率领青年教师、研究生、本科毕业生, 在河南省地质科研所和地调一队的大力协作下, 对这一带的钼、钨矿床、成矿带进行了较详细的研究, 室内外工作现仍在继续进行, 本文仅为阶段性研究成果的一部分。

研究资料表明, 本成矿带的大型钼矿和钼-钨矿床均严格受栾川群(相当青白口系)各组地层(如白术沟组、三川组、南泥湖组、煤窑沟组)及部分官道口群(相当蓟县系)龙家园组地

* 参加野外工作的还有周怀阳、冯敏、张绮玲、鲁百和、万捷等

层的岩性所控制。这些赋矿地层不仅对钼钨矿床的形成提供了必要的成矿物质，而且对成矿物质的集中起着重要的作用，以致矿床具有明显的层控特征。

二、赋矿地层岩性特征及沉积环境分析

金堆城—南泥湖钼矿带西起陕西华县、洛南，中经河南卢氏、灵宝，东至栾川、嵩县一带，绵延长达200km。

赋矿地层主要分布在黑沟—栾川—固始深大断裂带以北及熊耳群火山岩以南的中、上元古代弧前盆地内的官道口群和栾川群中（图1）。其中栾川群的白术沟组、三川组、南泥湖组、煤窑沟组及官道口群的龙家园组是该成矿带主要控矿层位，如夜长坪钼矿床产于龙家园组，上房钼矿产于煤窑沟组，南泥湖钼矿产于南泥湖组，三道庄钼（钨）矿产于三川组和白术沟组。这些矿床的规模均已被勘探工程证实为大型矿床。

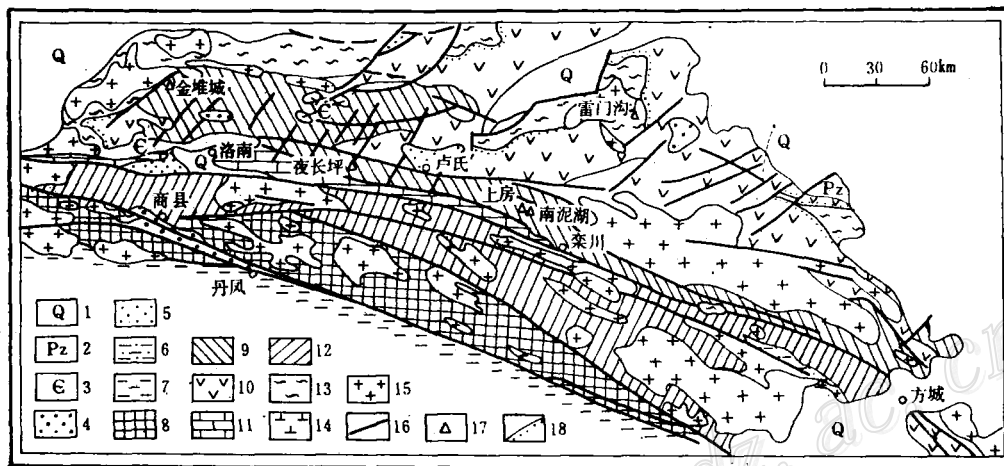


图1 东秦岭地质构造略图（据卢欣祥1982年资料略有简化）

1—第四系砂质黄土；2—古生界砂岩、灰岩、煤层；3—寒武系砂页岩、灰岩；4—第三系砂砾岩；5—白垩系砂页岩；6—侏罗系—三叠系页岩；7—泥盆系灰岩、片岩；8—秦岭群黑云变粒岩、角闪岩及混合岩；9—官道口群、栾川群碳酸盐岩、变质砂岩、页岩；10—熊耳群中性火山岩；11—陶湾群大理岩；12—宽坪群绿片岩等；13—太古界太华群片麻岩、混合岩；14—闪长岩；15—花岗岩；16—断层；17—大型斑岩钼矿；18—不整合

Fig.1. Schematic geological-structural map of eastern Qinling.

1—Quaternary sandy loess; 2—Paleozoic sandstone, limestone and coal seam; 3—Cambrian sandy shale and limestone; 4—Tertiary sandstone-conglomerate; 5—Cretaceous sandstone-shale; 6—Jurassic-Triassic shale; 7—Devonian limestone and schist; 8—Biotite granulite, amphibolite and migmatite of Qinling Group; 9—Carbonate rocks, metamorphosed sandstone and shale of Guandaokou Group and Luanchuan Group; 10—Intermediate-basic volcanic rocks of Xionger Group; 11—Marble of Taowan Group; 12—Green schist and other rocks of Kuanning Group; 13—Gneiss and migmatite of Archean Taihua Group; 14—Diorite; 15—Granite; 16—Fault; 17—Large-size porphyry molybdenum deposit; 18—Unconformity.

官道口群和栾川群主要是由一套冒地槽堆积的钙-镁碳酸盐岩、砂岩、粉砂质页岩、页岩、炭质页岩及微量火山碎屑岩、熔岩等组成，总厚度达6000m。它们主要由三个二级旋回组成。官道口群由二个二级旋回构成：龙家园组底部的陆源含砾碎屑岩和龙家园组上部及

巡检司组巨厚的钙-镁碳酸盐沉积组成第一个二级沉积旋回；第二个二级旋回是由杜关组略带红色的泥灰质沉积及冯家湾组厚层层纹状含燧石白云岩组成。

栾川群下部三个组(白术沟组、三川组及南泥湖组)主要岩性为黑色页岩、砂岩、泥质岩夹碳酸盐岩；它的上部煤窑沟组除少量砂质沉积外，其余主要为碳酸盐沉积。因此，整个栾川群构成第三个二级旋回。在此旋回中又可以分出更次一级的沉积旋回，即白术沟组下部砂岩、页岩与上部黑色页岩和含炭大理岩构成一个海进沉积旋回；三川组下部石英砂岩与上部厚层灰岩，显然可以构成另一个沉积旋回；南泥湖组自下而上也表现出砂质—泥质—碳酸盐沉积旋回特征。

陆源碎屑岩的沉积环境特征：关于陆源碎屑物质的来源问题，从图1中可以看出，主要来源于北部古老结晶基底太华群和较早形成的熊耳群火山岩。

陆源碎屑岩的类型：①较深水相的泥岩、硅质岩类，其形成可能与微生物作用有关。因为对大量炭质物的成因，一般认为系生物来源，并为滞流深水相沉积。显然这种岩石的形成环境为一种还原环境。分析资料表明在此类岩石中成矿元素含量较高，对成矿具有重要意义。②砂岩类，主要为砂岩、石英砂岩和含砾石英砂岩。砂岩的砂粒一般磨圆度较好，分选性较佳，砂粒粒径1mm左右，砾石直径可达0.5~0.8mm。在野外常见有交错层理，并且一般分布于沉积旋回底部，应属滨海相沉积。

碳酸盐沉积环境特征：官道口群和栾川群碳酸盐沉积厚度很大，总厚度可达三千多米。官道口群大部分为含燧石条带白云岩，并夹有少量石灰岩，厚度占整个碳酸盐岩厚度的一半以上。在碳酸盐中含有大量的各种藻类叠层石，而炭质物含量较少。就整体来看，官道口群碳酸盐岩应属浅海相碳酸盐台地沉积。大量微生物的存在，表明沉积时海水较浅，阳光充足，海水温度为常温，氧气也较充足。栾川群碳酸盐沉积厚度较小，但其中叠层石化石在局部地段也较丰富，仍可认为是碳酸盐台地沉积。至于少量含炭质的碳酸盐岩可能为相对较深水滞流环境下的产物。

在官道口群和栾川群沉积过程中伴随有微弱的火山活动。从白术沟组开始有零星的火山岩出现，其后火山活动有逐步增强之趋势。火山碎屑岩和熔岩主要为中性粗安质火山凝灰岩，少量为基性火山岩。根据火山岩夹于大理岩中，可以推断火山喷发发生在浅海大陆架环境下。

三、赋矿地层的钼、钨含量分布

根据对自矿田向外3—5km以远的官道口群和栾川群各组地层的实测地质地球化学剖面系统取样。样品用等离子光谱定量分析。从中筛选出140个样品分析数据，经计算机计算结果表明，钼在各组地层中的平均含量(图2)均高于它在地壳中的丰度(1.3ppm)；钨在各组地层中的平均含量(图2)(除杜关组、巡检司组外)也均高于它在地壳中的丰度(1.1ppm)。这是本区区域地球化学异常的表现。

钼、钨在主要赋矿地层组、段中的分布特点：钼、钨在主要赋矿地层组、段中的分布具有明显的旋回性，例如在龙家园组、白术沟组、三川组、南泥湖组及煤窑沟组中几乎都是从下段至上段，钼的平均含量变化由高到低。这与前面叙述的沉积旋回基本上是一致的。但从整个的剖面来看，钼的平均含量分布特点是两头低，中间高。造成这种现象的原因主要是由蚀源区原岩的地球化学特点、沉积环境和岩性变化引起的。钨的分布特征，从图3中明显看

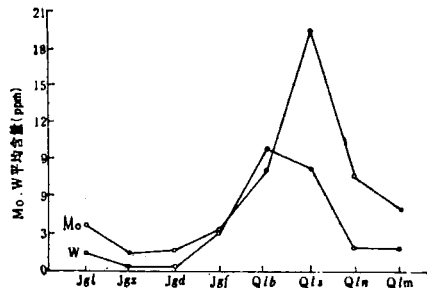


图 2 东秦岭官道口群、栾川群各组地层中钼、钨平均含量变化图

Jgl—龙家园组; Jgx—巡检司组; Jgd—杜关组;
Jgf—冯家湾组; Qlb—白术沟组; Qls—三川组;
Qln—南泥湖组; Qlm—煤窑沟组

Fig. 2. Variation in average molybdenum and tungsten contents of various stratigraphic formations of Guandaokou Group and Luanchuan Group in eastern Qinling.

Jgl—Longjiayuan Group; Jgx—Xunjiansi Formation; Jgd—Duguan Formation; Jgf—Fengjiawan Formation; Qlb—Baishugou Formation; Qls—Sanchuan Formation; Qln—Nannihu Formation; Qlm—Meiyaogou Formation.

钼、钨在各类岩石中的分布特点: 从表 1 中可看出, 钼在长石片岩和石英砂岩中平均含量最高, 其次是千枚岩和炭质千枚岩, 再次是硅质大理岩、钙质石英岩或白云大理岩及云母片岩, 而石英岩或炭质大理岩含钼量最低; 钨也是在石英砂岩中平均含量最高, 其次为千枚岩、炭质千枚岩, 再次是各种片岩。钨和钼最明显的不同点, 是在各种大理岩中钨的平均含量最低。对这一点是不难理解的, 在表生条件下钼、钨的地球化学性质不太活泼, 迁移较难, 所以它们被搬运的距离不会太远。陆源碎屑(砂岩、页岩或千枚岩等), 距蚀源区较近,

表 1 东秦岭官道口群、栾川群不同岩石类型中的钼、钨平均含量

Table 1. Average molybdenum and tungsten contents of different types of rocks from Guandaokou Group and Luanchuan Group in eastern Qinling

岩石类型	炭质千枚岩	千枚岩	云母片岩	白云母片岩	长石片岩	石英岩	石英砂岩	硅质大理岩	炭质大理岩	白云大理岩	钙质石英岩
样品数	13	6	7	8	5	8	5	13	10	27	6
平均含量 (ppm)	(Mo) 11.22 (W) 8.99	15.74 9.89	5.50 4.46	4.52 5.57	42.42 3.73	2.71 3.60	29.1 14.70	9.25 2.72	3.78 0.01	5.20 0.01	5.79 0.01
变异系数 (%)	(Mo) 167.13 (W) 74.24	161.64 81.63	150.65 90.65	78.14 85.89	157.11 199.46	9.88 182.15	143.06 133.78	135.40 345.13	98.56 10	146.62 10	185.55 10

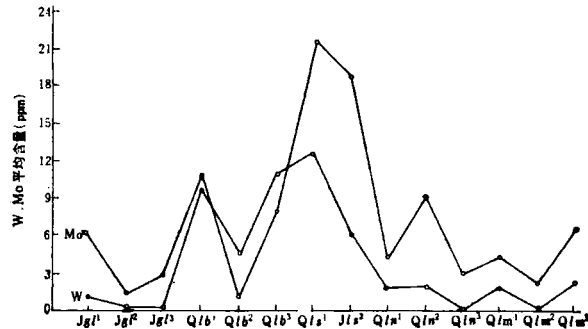


图 3 钼、钨在主要赋矿地层组、段中的平均含量变化图 (图例同图 2)

Fig. 3. Variation in average molybdenum and tungsten contents of major ore-hosting stratigraphic formations and members (symbols as for Fig. 2).

出, 它在整个剖面中的分布变化与钼相似, 也是两端低中间高, 但是它在白术沟组中、上段的平均含量高于钼。除此之外, 钨在其余各地层组、段中的平均含量均分别低于钼。归根结底, 造成如此变化的原因主要与地层岩性有关 (详见下述)。

故钼、钨在这里较为富集。另外，太华群（片麻岩、斜长角闪岩、变粒岩、大理岩及混合岩）钼的平均含量为2.4ppm（乔怀栋，1985）、钨为5.01ppm^①，熊耳群（中、基性火山岩）钼的平均含量为4.1ppm、钨为0.86ppm（据乔怀栋，1985），这些蚀源区的岩石含钼（钨）均较高，所以，后期形成的沉积岩有可能继承了高含量的钼和钨。

钼、钨在地层中可能存在的形式：①最重要的形式是（辉钼矿与钨的工业矿物）呈碎屑状态存在于粗—中粒碎屑沉积物中；②重要的形式是呈被吸附状态存在于炭质、泥质沉积物中；③次要的形式是呈类质同象或不纯混入物存在于各种重矿物中。

四、赋矿地层中微量元素分布及其与微量成矿元素的相关关系

1. 微量元素分布特征 官道口群和栾川群的五个地质地球化学实测剖面中微量元素的丰度及在各个地层组中的变化特征见图4。从图4可以看出，除锂、钡、锌外，官道口群地

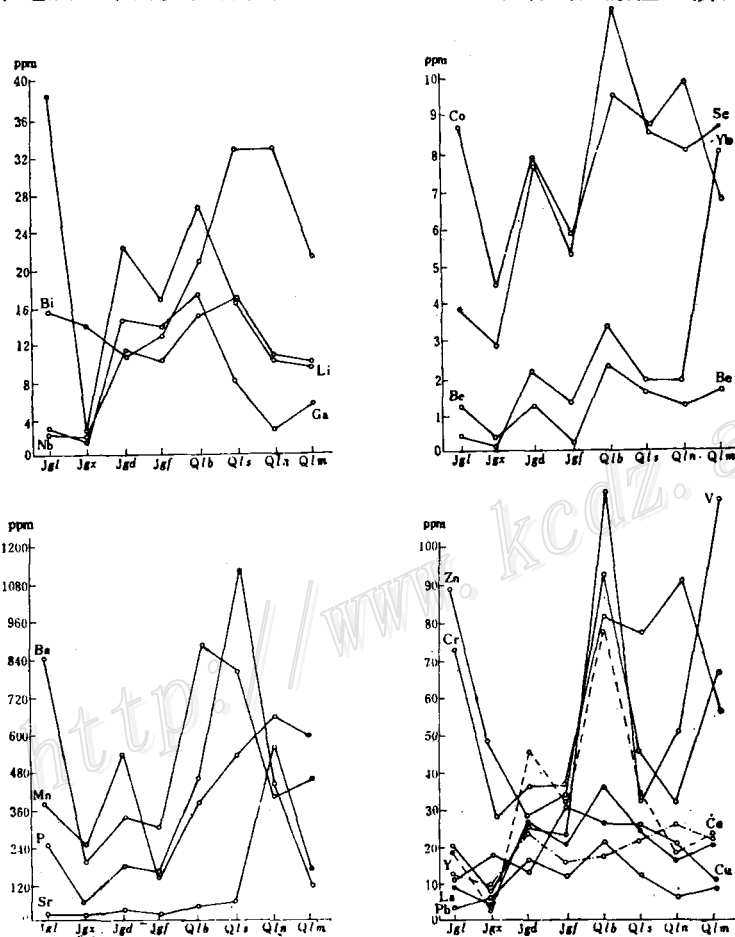


图4 东秦岭官道口群、栾川群各组地层中微量元素平均含量变化图（图例同图2）

Fig. 4. Variation in average contents of minor elements in various stratigraphic formations of Guandaokou Group and Luanchuan Group in eastern Qinling (symbols as for Fig. 2).

① 南京大学地质系中心实验室原子吸收光谱室测定

层组的微量元素丰度均低于栾川群地层组的微量元素丰度。而且从剖面的左部到右部,即从官道口群地层组到栾川群地层组总的变化趋势是由低到高,特别是在白术沟组或三川组地层中微量元素平均含量最高。这一点可以作为在该区寻找钨钼共生矿床的微量元素地球化学直接标志。此外,在不同的地层组中微量元素丰度明显不同,例如在各组地层中,除铋的丰度大大超过地壳克拉克值外;镓、镧、铈、钪、钒等均低于它们的地壳克拉克值;钼除巡检司、杜关、冯家湾三组外,其余均高于它在地壳中的丰度;钴、铋几乎均低于它们的克拉克值的一半;磷除三川组外,其余也低于它的克拉克值的一半;锂除龙家园、杜关、白术沟三组外,余者均低于它的克拉克值。赋矿地层组中微量元素平均含量如此分布变化的主要控制因素,是蚀源区原岩的微量元素丰度与古地理和沉积环境。

2. 钼与微量成矿元素的相关分析 为了研究赋矿地层组中钼与微量成矿元素之间的成因联系,在此,以钼作为因变量,以铜、锰、铅、锌、钨作为自变量,对上述地质地球化学实测剖面中的样品数据进行多元回归分析。计算结果表明:

(1)不同地层组中钼与微量成矿元素的相关关系是有差别的。总的看来可分作两种类型:

①煤窑沟组、南泥湖组和三川组属于一类,它们的共同特征是钼与钨、锰呈显著的正相关(表2、3、4)(如三川组钼与钨、锰相关系数分别为0.77和0.64),而与铅(或锌)呈显著的负相关(如三川组钼与铅的相关系数为-0.55,其中铅与锌二个元素除煤窑沟组具成因联

表 2 煤窑沟组钼与成矿元素的相关关系(多元回归分析结果)

Table 2. Correlation between molybdenum and metallogenic elements in Meiyaogou Formation (results of multivariate regression analysis)

		Cu	Mn	Pb	Zn	W	Mo
相 关 距 阵	Cu	1.00	-0.06	0.04	0.35	0.04	-0.13
	Mn		1.00	0.49	0.61	-0.13	0.28
	Pb			1.00	0.85	0.22	-0.04
	Zn				1.00	-0.07	-0.11
	W					1.00	0.27
	Mo						1.00
标准回归方程	$Mo = 0.0665Cu + 0.6296Mn - 0.0083Pb - 0.4903Zn + 0.3233W$						

表 3 南泥湖组钼与成矿元素的相关关系(多元回归分析结果)

Table 3. Correlation between molybdenum and metallogenic elements in Nannihu Formation (results of multivariate regression analysis)

		Cu	Mn	Pb	Zn	W	Mo
相 关 距 阵	Cu	1.00	0.49	-0.36	0.84	0.19	0.04
	Mn		1.00	-0.18	0.65	-0.07	0.19
	Pb			1.00	-0.28	-0.33	-0.39
	Zn				1.00	0.11	0.06
	W					1.00	0.28
	Mo						1.00
标准回归方程	$Mo = -0.1947Cu + 0.2953Mn - 0.3594Pb - 0.0947Zn + 0.2330W$						

表4 三川组钼与成矿元素的相关关系(多元回归分析结果)

Table 4. Correlation between molybdenum and metallogenic elements in Sanchuan Formation (results of multivariate analysis)

		Cu	Mn	Pb	Zn	W	Mo
相关矩阵	Cu	1.00	-0.09	-0.30	0.27	-0.11	-0.14
	Mn		1.00	-0.33	0.02	0.48	0.64
	Pb			1.00	0.01	-0.27	-0.55
	Zn				1.00	0.16	-0.07
	W					1.00	0.77
	Mo						1.00
(样品数: 18)							
标准回归方程	$Mo = -0.1336Cu + 0.2459Mn - 0.3640Pb - 0.1266Zn + 0.5559W$						

系(相关系数为0.85)外,其余两个组均表现出铅与锌的关系不密切。钼与铜的关系在三个组中都不密切。对比这三个组的标准回归方程(见表2、3、4),不难看出,它们的标准回归方程系数显示了各微量成矿元素对主成矿元素钼的作用。这三个方程十分相似。

②白术沟组和龙家园组属于另一类,它们的共同特征是钼与锌、锰为正相关关系(见表5、6)(白术沟组钼与锌的相关系数为0.24,龙家园组钼与锰的相关系数为0.43)。白术沟

表5 白术沟组钼与成矿元素的相关关系(多元回归分析结果)

Table 5. Correlation between molybdenum and metallogenic elements in Baishugou Formation (results of multivariate analysis)

		Cu	Mn	Pb	Zn	W	Mo
相关矩阵	Cu	1.00	-0.01	-0.30	0.44	-0.12	0.03
	Mn		1.00	-0.18	0.25	-0.18	0.41
	Pb			1.00	-0.20	0.39	-0.16
	Zn				1.00	-0.06	0.24
	W					1.00	0.11
	Mo						1.00
(样品数: 18)							
标准回归方程	$Mo = -0.0523Cu + 0.3844Mn - 0.1717Pb + 0.1448Zn + 0.2506W$						

表6 龙家园组钼与成矿元素的相关关系(多元回归分析结果)

Table 6. Correlation between molybdenum and metallogenic elements in Longjiayuan Formation (results of multivariate analysis)

		Cu	Mn	Pb	Zn	W	Mo
相关矩阵	Cu	1.00	-0.01	-0.17	-0.28	-0.05	0.14
	Mn		1.00	-0.08	0.13	0.03	0.43
	Pb			1.00	0.77	-0.11	-0.09
	Zn				1.00	-0.12	0.14
	W					1.00	0.00
	Mo						1.00
(样品数: 17)							
标准回归方程	$Mo = 0.1988Cu + 0.3710Mn - 0.3965Pb + 0.4524Zn + 0.0102W$						

组与龙家园组的差异：钼与钨的相关关系，前者正相关（相关系数为0.11），后者不相关（相关系数为零）；铅与锌的相关关系，前者不相关（相关系数为-0.20），后者密切相关（相关系数为0.77）。

对比这两个组的标准回归方程（见表5、6），可以看出锌对钼的作用是突出的。

（2）不同地层组中钼与微量成矿元素的丰度和离散程度有显著不同。

三川组钼的丰度最高（19.50ppm，图4），变异系数也很大（138%，表7），与之有成因联系的钨、锰同样具有较高的丰度（钨为8.42ppm；锰为528.89ppm），钨变异系数为167.08%（表7），该组地层为三道庄层控钼-钨矿床成矿物质主要来源。

煤窑沟组钼、钨、铅、锌均有较高的变异系数（大于120%，表7），在成矿过程中钼、钨与铅、锌分离。上房钼矿也主要产于该组地层中，由于钨的丰度较低（1.83ppm），故主要为钼矿化。

表7 东秦岭官道口群、栾川群主要赋矿地层组中微量成矿元素变异系数（%）

Table 7. Variation coefficients of minor metallogenic elements in major ore-hosting formations of Guandaokou Group and Luanchuan Group in eastern Qinling (in percentage)

地 层	元素	Cu	Mn	Pb	Zn	W	Mo
煤窑沟组		61.03	69.52	236.13	134.49	275.96	128.91
南泥湖组		78.26	61.01	153.42	107.11	195.05	112.38
三川组		65.24	72.63	94.62	66.81	167.08	138.49
白术沟组		72.60	78.82	35.36	173.39	73.70	166.71
龙家园组		41.91	86.47	217.65	98.90	397.56	163.33

南泥湖组钼、钨、锌亦有较高的变异系数（大于100%），在成矿过程中钼、钨与铅、锌分离。但钨、铅、锌的丰度均较低（图4），故主要为钼矿化。这是形成南泥湖钼矿的有利层位。

白术沟组，钼、锌的变异系数较高（分别为166.71%，173.39%），且有较高的丰度（分别为8.91和93.17ppm），此外，钨的丰度也较高（9.81ppm）。钼、钨对钼均呈正相关。这一相关组合与上房的显著不同。

龙家园组，钼、钨、铅、锌具有较高的变异系数（表7），其中钨的变异系数高达400%，但其丰度甚低（1.23ppm）。故与钼矿化有关的元素主要是铅、锌。这一特征与白术沟组略有区别。

另外，铜、锰的变异系数普遍不高，在各组地层中一般不超过80%（表7），说明这两个元素主要是地层中背景组分。

五、赋矿地层的地球化学性状及其与钼(钨)矿床成因联系

从地球化学角度来看，赋矿地层的主要地球化学特征归纳如下：

1. 赋存钼矿床的地层，其直接地球化学标志是钼的丰度较高。在东秦岭赋矿地层中，钼的平均含量均高于它在地壳中丰度的几倍到几十倍。这是钼的区域地球化学异常。该赋矿

地层(即矿源层或含矿地层)是东秦岭钨矿形成的物质基础。钨与钼相似,即在赋存钨矿床的地层中,钨的平均含量也较高,如三川组、白术沟组钨的丰度分别为8.41和9.8(ppm),大大高于它在地壳中的克拉克值(1.1ppm)。这可作为东秦岭寻找层控钨矿的地球化学标志。

2. 钼在主赋矿地层(龙家园、白术沟、三川、南泥湖及煤窑沟等组)中的丰度高于它在非主赋矿地层(巡检司、杜关、冯家湾三组)中的丰度。钨也是这样。这就有力地表明钨、钼矿化程度与含矿地层之间的内在成因联系。

东秦岭赋矿地层(栾川群和官道口群)通过构造作用、岩浆活动、围岩蚀变、地下热卤水的循环对流作用等,可以直接形成区域性的或局部的钨、钼共生矿床或单钼矿床。这些赋矿地层既是钨、钼矿床的矿源层,又是它们的围岩。当然,它们也对来自深部(上地幔或下部地壳)的岩浆通过同熔作用或同化混染作用提供成矿物质,使钼、钨在岩浆中产生富集。尔后,经过岩浆分异、结晶作用使钼钨进一步集中,最后形成超临界更富钼钨的流体,并在有利的地层、岩性、构造部位形成层状、大透镜状规模巨大的钼、钨层控矿床。多方面研究资料表明,几乎没有例外,东秦岭的钼、钨矿床都是这样形成的。当然,该矿源层的形成是在地质发展史中,经过多期地质活动(地壳运动、岩浆活动、沉积作用、变质作用、混合岩化及花岗岩化作用等)促使成矿物质逐步富集的结果。

按成矿方式的不同往往可以形成两大类矿床:①与气化-热液改造、叠加成矿作用有关的矿床,是使矿源层的成矿物质发生活化、转移,经过适当距离的搬运,或就近在有利的地层、构造、岩性及物理化学条件下形成层控型矿床,如栾川三道庄大型钼、钨矿床,应为这类矿床的典型矿例。②与来自上地幔或下地壳的同熔或同化作用的岩浆(即同熔型花岗岩类)有成因联系的矿床,如斑岩型钼矿、钼(钨)矿或钼、铁(钨)矿床及脉型矿床。这样就不难理解为什么在东秦岭有许多大型钼、钨矿床的形成。应当指出,东秦岭不仅是我国重要的层控钼矿成矿带,而且也是我国非常重要的层控钨矿成矿带。

参 考 文 献

- [1] 刘英俊、曹励明、李兆麟等 1984 元素地球化学 科学出版社 242—253页, 264—275页
- [2] Wedpohl, K. H. (Executive editor), 1969—1978, Handbook of Geochemistry, 11-3, 74-A-1-74-K-3 (Tungsten(Wolfram)), 42-C-1-42-K-14(Molybdenum).
- [3] Wolf, K. H. (Editor), 1976, Handbook of Stratabound and Stratiform Ore Deposits, Elsevier Scientific Publishing Company, Vol. 7, pp. 447—501.
- [4] Yingjun, L. et al., 1983, Scientia Sinica(Series B), April, Vol. XXVI, 4: pp. 398—412.

GEOLOGICAL-GEOCHEMICAL STUDIES ON ORE-HOSTING STRATA OF THE TYPICAL ORE DEPOSITS IN THE EASTERN QINLING NONFERROUS METALLOGENIC BELT

Liu Xiaoshan, Yan Zhengfu, Zheng Sujuan, Wu Yaocheng
and Huang Biao

(Department of Geology, Nanjing University, Nanjing, Jiangsu)

Wu Chengyu

(Institute of Mineral Deposits, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing)

Abstract

The present paper deals with geological-geochemical characteristics of the ore-hosting strata of molybdenum and tungsten deposits in the nonferrous metallogenic belt of eastern Qinling. On the basis of a wealth of quantitative data obtained from the systematic sampling along seven measured geological-geochemical sections of ore-hosting strata, lithological characters, variation in contents of molybdenum and tungsten, distribution of trace elements, and multivariate regression analysis for correlation between molybdenum and trace metallogenic elements (copper, manganese, lead, zinc, tungsten), it is evident that the major ore-hosting strata for molybdenum and tungsten deposits are Baishugou Formation, Sanchuan Formation, Nannihu Formation, Meiyaogou Formation of Luanchuan Group and Longjiayuan Formation of Quandaokou Group; these strata, therefore, are host rocks for large-size molybdenum and tungsten deposits: the Shangfang molybdenum deposit occurs in Meiyaogou Formation, the Nannihu molybdenum deposit is present in Nannihu Formation, the Sandaozhuang molybdenum and tungsten deposits exist in Sanchuan Formation and Baishugou Formation, and the Yechangping molybdenum deposit is seen in Longjiayuan Formation and Xunjiansi Formation. The richer molybdenum and tungsten in ore-hosting strata might be attributed to inheriting these elements from erosional source rocks of Taihua Group and Xionger Group. This is a regional geochemical characteristic of the eastern Qinling metallogenic belt. Although different stratigraphic formations, members or lithologic units have remarkably different average contents of molybdenum and tungsten, they are all characterized strikingly by very high contents of these elements, i.e., from several to tens of times higher than their abundances in the earth's crust (molybdenum 1.3 ppm, tungsten 1.1 ppm). The preliminary concentration of the metallogenic elements in these strata, which served both as wall rocks and as ore source beds, laid the material foundation for the formation of large-size molybdenum and tungsten deposits in eastern Qinling.