

用的综合产物。每一种具体的岩石类型的生成机理和产生它的古地理环境又可以通过岩石的成分、结构、构造反映出来。通过对碳酸盐岩的成分、结构、构造以及其他岩石学方面的研究,不但可恢复其形成大环境的古地理面貌,而且可以鉴定出微相指相标志,更进一步了解每一具体岩石类型的形成小环境,这样有助于了解同某些特定的碳酸盐岩层共生的金属矿层、矿源层的形成环境和分布规律。在这一方面旧有碳酸盐岩理论是无法办到的,应用旧有碳酸盐岩理论来研究与碳酸盐岩有关的层状或层控矿床,就不可能深入下去,势必要给我们留下很多问题,这也正是新理论可以发挥作用的地方。可以预料,随着新的研究成果的出现,碳酸盐岩中层状和层控矿床的找矿也将取得新的进展。

2.近年来越来越多地注意到一些金属矿床和白云岩类及其中的膏盐层有关,要弄清这些矿床的成因,研究白云岩的形成机理是一个不可忽视的方面。新理论关于白云岩的形成机理有多种模式,因而可以启发我们在研究白云岩及其与之共生的层状和层控矿床时,设想一种能与实际相符合的机理。近年来有人用蒸发泵白云岩化机理来研究金属矿层的富集就取得了令人感兴趣的研究成果。

3.既然碳酸盐岩的成分、结构、构造等岩石特征是同其形成的古地理环境相联系的,那么以新理论为基础的岩相古地理图一旦编出来,就不但可以了解同生金属矿床的空间分布规律,而且也可以了解在区域上受一定层位、特殊成分、结构、构造的碳酸盐岩层控制的某些内生或后生金属矿床的时空

分布规律。

4.关于碳酸盐岩生成机理的观点、碳酸盐岩的结构分类、碳酸盐岩的研究方法,以及碳酸盐岩古地理研究等方面的思想,可以移植到以往被认为是化学沉积物的铁、铝、锰等沉积型矿床的研究中来,为这些矿床的研究开辟新的途径,这样作也许能对这些矿床的形成机理得出新的、更为符合实际的认识。有人已经根据碳酸盐岩新理论研究了含铁建造,对含铁建造进行了分类。认为沉积铁矿物相不能作为水体深成标志,而应根据含铁岩石的结构来确定水动力条件,从而决定水体深度。

5.新理论对生物以及生态环境在形成碳酸盐岩中的作用给以高度重视,认为碳酸盐矿物的沉淀主要是生物在生存过程中的生物化学作用和生物死亡后的遗弃物造成的,对其作用的各个方面以及碳酸盐岩沉积条件下的古生态环境研究得很深入。以上的研究成果和研究方法也可以应用到研究生物对金属沉积富集的影响,古生态环境和金属沉积富集环境的关系等方面中,了解矿床形成条件,建立新的、有效的找矿标志。

总之,无论从历史、现实还是未来的潜在价值,碳酸盐岩对金属矿地质工作者来说,都是值得重视的。

主要参考文献

- (1)地质资料汇编,第三集,科学技术文献出版社重庆分社,1975。
- (2)刘宝珺主编,沉积岩石学,地质出版社,1980。
- (3)涂光炽,中国某些矿床地球化学研究,科学院地球化学研究所,1980。

与下寒武统黑色岩系有关的多金属矿床 及其中某些元素的赋存状态

高艳君

下寒武统黑色页岩系在我国分布较广。现有资料表明,其中有用组分多达20余种,有的(如钒、镍、钼等)含量达到工业要求。查明这些元素的含量和赋存状态,是此类矿产综合利用的重要任务之一。

黑色岩系及其矿床的一般特征

岩系主要由炭质页岩、炭质板岩和炭质

一白云质岩石组成,以层位较稳定,富含有机炭为特点。虽然不同地区其产出层次和岩性不尽相同,但一般可以分出以下三个自然层,即:

- 1.上部层:为黑色含钙质—炭质—硅质岩,其中常有含黄铁矿结核条带或扁豆体。
- 2.中部层:以炭质页岩为主,有时出现炭质—白云质

页岩，常含Ni、Mo、V、U、Cu、Zn等有用组分，并构成有工业价值的多金属矿床。

3.下部层：多为黑色含磷结核或磷块岩（主要为胶磷矿）组成。常常构成可供开采的磷矿床。

岩系内部层次之间多为连续沉积，并呈

整合或假整合接触关系。有用组分常在岩系中部层内（有时也在下部层或底部）富集成工业矿床。根据有用组分含量及其组合特征，矿石类型划分如表1。

与黑色岩系有关的矿石类型分类表

表1

编 号	矿 石 类 型	含 矿 岩 石	主要元素含量，%	次要元素含量，%
1 ⁽¹⁾	V—Mo—Ni 型	黑色灰质页岩、炭质板岩	V ₂ O ₅ 0.5~3 MoO 0.05~0.2 Ni 0.02~0.05	Pt 0.007g/t Pd 0.04g/t U 0.002~0.02
2 ⁽⁴⁾	Ni—Mo—V 型	黑色炭质—白云质岩石	V ₂ O ₅ 0.5~1 MoO 5~10 NiO 3~6	Pt 0.3g/t Pd 0.33g/t Au 2.5g/t Th 0.002
3 ⁽⁴⁾	V 型	石煤、炭质—硅质岩石	V ₂ O ₅ 1.66	Pt 0.007g/t U 0.016 Ni 0.072 Mo 0.015
4*	Ni—Mo—Zn型	灰黑、黑色炭质—泥质粉砂岩	Ni 3.55 Mo 5.49 Zn 5.76	Cu 0.2 Co 0.15

*据云南省地质局及云南第六地质队（1973）

从矿石的组合特征来看，不同矿石类型矿物成分的组合特征亦不相同，但不论哪种矿石类型，其中除含有机炭（半石墨）外，同时还含有金属硫化矿物，如黄铁矿或黄铜矿等。

矿物共生组合统计结果表明：（1）在V—Mo—Ni型矿层（体）中，以含钒蒙脱石、硫钼矿、黄铁矿为主要矿物，黄铜矿、闪锌矿和褐铁矿次之；（2）在Ni—Mo—V型矿层（体）中，金属矿物以硫钼矿、二硫镍矿和辉砷镍矿为主，砷黝铜矿次之；（3）在V型矿层（体）中，含钒水云母为钒的主要矿物，钙钒榴石、铜铀云母次之；（4）在Ni—Mo—Zn型矿层（体）内，紫硫镍矿、硫钼矿和黄铁矿为主要金属矿物，针镍矿、含镍黄铁矿、闪锌矿次之。

从有用组分的含量看，根据几个矿区平均计算结果，其中除SiO₂（一般50%±）、Al₂O₃（10~20%）和有机炭（5~10%）外，V₂O₅的含量一般为0.5~1%（个别3%），Mo0.2~0.5%；Ni0.02~0.05%，Pt0.007g/t，U0.002~0.02%，Co0.02%，Cu0.004~0.02%。但在以Ni为主的矿层

（体）中^{〔4〕}，有的NiO的含量为3%（个别达6%），MoO 5~10%（个别达20%），V₂O₅ 0.5%（个别达1%），U0.03%，Th0.002%，TR0.05%，Se0.2%，Ti0.05%，Re0.0015%，Pt0.3g/t，Pd0.33g/t，Au2.5g/t。

矿石中某些元素的赋存状态

1.Cu、Pb、Zn、Au、Ag、Mo、Ni、Ga、Cd、U的赋存状态 岩矿鉴定结果表明，矿层（体）中常见含Cu、Pb、Zn、Au、Ag、Mo、Ni、U、Cd等元素的独立矿物（表2）。说明矿层（体）内上述元素的相当数量是以独立矿物形式存在。但其中有的元素同时尚有以下不同的存在形式：（1）少量镍以金属有机化合物——镍卟啉的形式赋存于炭质页岩和炭质板岩中（图1）^{〔5〕}，一定数量的钼呈吸附状态于炭质页岩中（表4）。（2）岩系中广泛发育有吸附铀的吸附物质（如粘土、炭质、铁的氧化物、磷块岩和蛋白石等），它们可将铀酸离子〔（UO₂）²⁺〕吸附于其晶体表面，构成铀的一种较为重要的赋存形式^{〔5〕}。（3）尚

6. 含矿黑色岩系中某些元素的独立矿物 表2

元素名称	矿 物 名 称
Cu	黄铜矿、辉铜矿、砷黝铜矿、铜蓝、钒钼铜矿
Pb	方铅矿、白铅矿、铅铅矿
Zn	闪锌矿
Au	金银矿、含金银的硫-砷化合物
Ag	
Mo	硫钼矿、辉钼矿、钼铅矿、钼华
U	铀黑、铅铀云母、氢铀云母、钒铀云母、钙铀云母、钒铀磷云母、铜铀云母、多水钙铀云母、变钙铀云母、正铜铀云母、钒铀矿、变钒铀矿
Cd	硫镉矿、含镉闪锌矿
Ni	二硫化镍矿、辉镍矿、针镍矿、含镍黄铁矿
Ga	未见独立矿物

有部分镉以类质同象形式存在于闪锌矿中。

(4) 岩系中的Ga³⁺有可能主要以类质同象的形式赋存于粘土矿物之中。至于上述元素是否还有其他存在形式,尚待进一步工作。

2.V的赋存状态 前人曾做过这方面的试验研究工作,并得出了钒与炭有关的结论,为验证这一结论,我们做了以下工作:

(1) 扩散分离试验:样品碎至40目,用0.5N醋酸处理后,再浸泡在pH=9的溶液中悬浮静置24小时。从中提取一定高度的悬浮液,用热水浴蒸干,残渣作化学分析。V₂O₅与Al₂O₃、K₂O的相关关系示于图2。

(2) 选择溶解试验:根据有机炭不溶于HF的化学性质,将扩散分离提取的粘土

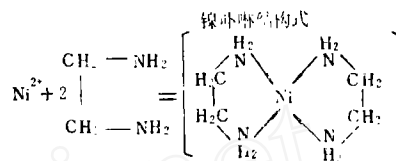
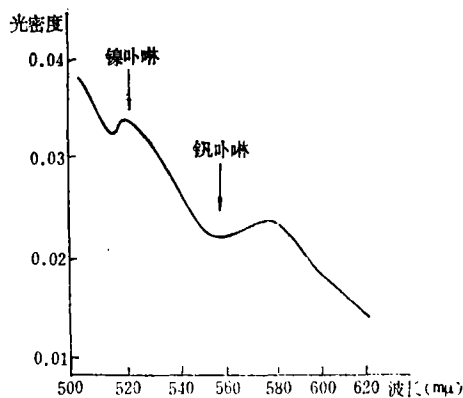


图1 某地含矿黑色岩系中镍、钒有机化合物分析综合图

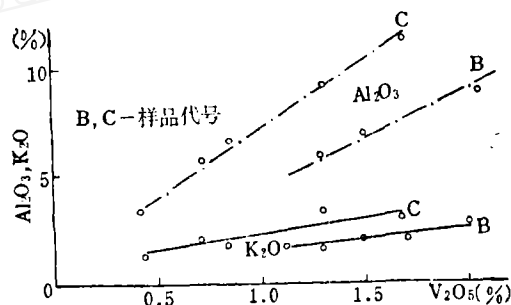


图2 某地含矿黑色岩系样品V₂O₅与Al₂O₃、K₂O的相关关系图

某地黑色岩系样品HF、H₂O₂溶解试验结果(%)

表3

试样号	溶解方法	滤 液			残 渣			原 样		
		V ₂ O ₅	Al ₂ O ₃	C	V ₂ O ₅	Al ₂ O ₃	C	V ₂ O ₅	Al ₂ O ₃	C
1	HF溶Al ₂ O ₃ 保留C	1.30	10.92	0.05	0	0	9.82	1.26	11.03	10.65
	H ₂ O ₂ 溶解C保留Al ₂ O ₃	0	0	10.64	1.25	11.00	0			
2	HF溶Al ₂ O ₃ 保留C	1.86	9.77	0	0	0	7.16	1.85	11.00	8.01
	H ₂ O ₂ 溶C保留Al ₂ O ₃	0	0	8.00	1.85	11.00	0			
3	HF溶Al ₂ O ₃ 保留C	1.71	12.99	0	0	0	8.31	1.67	1.67	9.40
	H ₂ O ₂ 溶C保留Al ₂ O ₃	0	0	9.40	1.66	13.55	0			

矿物和有机炭用HF处理,使其中的铝 硅酸盐矿物充分溶解、过滤。其滤液和残渣的化学分析结果见表3。说明样品中的V₂O₅和Al₂O₃全部进入了溶液,而C则几乎全部被

保留在残渣中。表明V的富集与炭没有载体关系,而与Al₂O₃关系密切。

(3) 有机炭溶解试验:根据H₂O₂破坏有机炭的化学性质,将原样扩散分离提

(4) 粘土矿物的浸取试验: 考虑到样品中含Al的主要矿物是粘土矿物, 为了查清V与粘土矿物的关系, 我们作了粘土矿物的浸取试验, 将粘土矿物浸入20%的 H_2SO_4 中, 在沸水浴上按一定时间间隔浸取、过滤。分别测定溶液和残渣中 V_2O_5 、 Al_2O_3 和 K_2O 含

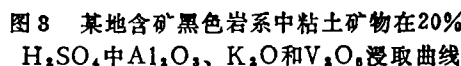


表 4

试样号	极 别	V_2O_5	渗析率(%)	Mo	渗析率(%)	试验条件
1	阳极	0.009	0.76	0.004	5.97	中室pH = 8 电位梯度31.1V/cm
	阴极	0.0045	0.38	0.00		
	中极	0.0045		0.00		
	残渣	1.17		0.063		
2	阳极	0.007	0.57	0.0005	0.85	中室pH = 6.7 电位梯度33.3V/cm
	阴极	0.004	0.33	0.0005	0.85	
	中极	0.00		0.00		
	残渣	1.22		0.059		
3	阳极	0.014	1.01	0.0125	16.29	中室pH = 9 电位梯度38.9V/cm
	阴极	0.00455	0.40	0.00025	0.33	
	中极	0.00		0.00		
	残渣	1.37		0.064		

(5) 电渗析试验(表4): 分析结果表明, 岩矿石样品中, V以阳离子和络阴离子两种形式被吸附在粘土矿物表面, 但总的渗析率不高(最高为1.01%)。

综上所述, V在 ϵ_1 含矿黑色岩系中有以下四种存在形式: ①主要以类质同象形式赋存于粘土矿物之中; ②以吸附状态存在的V次之; ③以金属有机化合物钒卟啉形式存在的V含量很少, 但分布较为普遍; ④尚有部分V以含V独立矿物(如钙钒榴石、钙钒

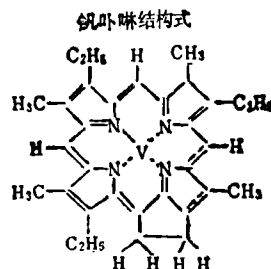


图4 某地含矿黑色岩系样品中金属
有机化学分析图

铜矿、含钒水云母和硫钒铜矿等等)的形式存在。

矿床的工业意义

现有资料说明, ϵ_1 含矿黑色岩系在两湖、两广、江西、浙江、云南、陕西、河南和北方的一些省区均有不同程度分布, 而且层位相当稳定。其中有用组分的局部富集, 构成有工业价值的矿床。已知由不同岩石类型转变为不同矿石类型的有: 含矿炭质-硅质岩、各种含矿炭质板岩、含矿泥质岩(有时夹磷结核)、含矿钙质-炭质结核的磷块岩等等。

这类矿床除主要含 Ni(0.35~3.92%)、

V_2O_5 (0.2~2.5%)和 Mo(0.2~0.88%)外, 还常伴生有一定数量的稀有、有色和贵金属以及放射性元素。

以硫砷化物和其他独立矿物存在的元素(如 Ni、Mo、Cu、Pb、Zn等), 可采用浮选与重选相结合的流程加以选别; 以类质同象存在的元素(如 V), 可用湿法冶金回收; 以吸附状态存在的元素(U、Th), 则可采用离子交换法提取。

此外, 含矿岩系底部的磷块岩分布相当广泛, 其中硫、磷富集程度较高, 有些地区有工业价值。

(参考文献从略)

海相火山岩型铁铜矿床黄铁矿中Co/Ni比值 特征及其地质意义

王亚芬

在深入研究矿床地质和矿化特征的基础上, 查明黄铁矿中 Co、Ni 的分布特点可为研究矿床成因和成矿作用提供重要信息。本文收集 7 个与古海底火山活动有关的铁铜矿床黄铁矿中 Co、Ni 含量资料(表 1), 并计算了 Co/Ni 比值、平均值及 Co/Ni 比值的均方差(表 2)。

从表 1、表 2 可得出以下几点:

1. 所列矿床单个黄铁矿样品的 Co/Ni 比值绝大部分大于 1, 仅个别小于 1, 但平均值均大于 1。

2. 在同一矿床范围内, 黄铁矿中 Co、Ni 含量及 Co/Ni 比值变化范围虽然很大, 但仍集中于某一区间。

3. 不同矿床黄铁矿中 Co/Ni 的平均值变化在 1.93~11.35 之间。

4. Co/Ni 比值及均方差之间有这样一种趋势, 即 Co/Ni 的平均值越大, 其均方差也越大, 反之亦然。

5. 根据黄铁矿中 Co/Ni 比的平均值及其均方差可将所列矿床分为两组: 第一组 Co/Ni 比的平均值为 5.35~17.35, 均方差 4.0~11.6; 第二组 Co/Ni 平均值为 1.93~2.57,

均方差为 0.4~1.5。

6. 变质作用使黄铁矿中 Co/Ni 比值发生很大变化, 变质深的, Co/Ni 平均值相对较高。

现对上述矿床黄铁矿中 Co、Ni 分布特征简要讨论如下:

1. 前人指出: 内生成矿过程中形成的黄铁矿, 其 Co/Ni 比值大于 1, 而沉积成矿过程中形成的黄铁矿, 其 Co/Ni 比值则小于 1, 看来这个认识是不全面的, 需要修正。根据现有资料, 笔者认为黄铁矿中 Co/Ni 比值, 特别是它们的平均值 >1 或 <1 , 主要反映成矿物质的来源, 而不一定反映成矿过程的特点。例如, 按铁铜矿床与古海底火山作用的关系, 我们可以区分以下三种情况: ①成矿物质的来源与古海底火山活动有关, 同时矿化富集又受古海底火山活动及其火山机构控制, 因而矿床在空间、时间和成因上均与古海底火山活动有着极为密切的关系; ②成矿物质的来源虽然与古海底火山活动有关, 但矿化富集主要受古地理、古气候和古构造等因素控制; ③成矿物质来源于古陆剥蚀区, 同时矿化富集又严格受岩相古地理条件控