

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

若干海相火山岩铁铜矿床黄铁矿中Co、Ni含量及其比值

表 1

矿床	样品号	Co (ppm)	Ni (ppm)	Co/Ni	矿床	样品号	Co (ppm)	Ni (ppm)	Co/Ni
于家堡子铅铜铁矿床	1	400	130	30.8	白银厂黄铁矿型铜矿床	37	30	10	3.0
	2	790	150	5.2		38	30	10	3.0
	3	1200	150	8.0		39	65	10	6.5
	4	4000	400	11.5		40	260	74	3.5
	5	3600	200	18.0		41	85	37	2.3
	6	2800	120	23.3		42	560	190	2.9
	7	2900	150	19.0		43	190	150	1.3
	8	3600	200	18.0		44	65	10	6.5
	9	260	50	5.2		45	81	150	0.5
	10	4900	200	24.5		46	240	10	24.0
	11	5200	120	43.3	大红山铜矿床	47	220	83	2.7
	12	180	130	1.4		48	5000	5800	0.9
拉拉厂铜矿床	13	6100	500	12.2		49	1510	370	4.1
	14	3700	2500	1.5	刘山岩铜矿床	50	60	260	0.2
	15	6100	1200	5.1		51	200	300	0.7
	16	5600	300	18.7		52	220	60	2.8
	17	1100	200	5.5		53	450	100	4.0
	18	6000	8000	7.5	英阳关铁矿床	54	400	220	1.8
谢尔塔拉火山气液型铁矿床	19	640	80	8.0		55	130	70	2.6
	20	730	100	7.3		56	290	110	2.2
	21	2100	1100	1.9					
	22	2200	970	2.3					
	23	1600	370	5.2					
	24	1900	230	8.3					
	25	570	60	11.4					
	26	470	90	4.6					
	27	1100	130	8.5					
	28	1000	370	2.7					
	29	6100	2500	2.4					
	30	1900	180	10.5					
	31	650	290	2.3					
	32	6800	2700	2.5					
	33	2800	200	14.0					
	34	410	110	3.7					
	35	1100	90	12.7					
	36	1700	310	5.5					

若干海相火山岩铁铜矿床黄铁矿中Co、Ni含量变化及其数值特征表

表 2

矿床名称	样品个数	Co含量(ppm)		Ni含量(ppm)		Co/Ni		Co/Ni		地质特征	
		变化范围	平均	变化范围	平均	变化范围	平均含量	均方差		矿体赋存岩性	矿床成因类型
于家堡子铅铜、铁矿床	12	5200~180	2836	400~50	167	43.3~1.4	17.35	11.6		中性凝灰岩	变质火山气液混合岩化作用富集成矿
拉拉厂铜矿床	6	6100~1100	4767	2500~200	917	18.7~1.5	8.42	5.6		同上	火山气液型铜矿床
谢尔塔拉铁矿床	18	6800~410	1873	2700~50	545	14~1.9	6.28	4.0		透辉石石榴石夕卡岩	同上
白银厂黄铁矿型铜矿床	10	560~30	161	190~10	65	24~0.5	5.35	6.5		酸性凝灰岩	火山气液型黄铁矿型铜矿床
大红山铜矿床	3	5000~220	2243	5800~83	2084	4.1~0.9	2.57	1.3		中性凝灰岩夹副岩系	火山沉积型铜矿床
刘山岩黄铁矿型铜矿床	4	400~60	220	300~80	185	4~0.7	1.93	1.5		酸性凝灰岩	与次火山岩有关的热液充填矿床(也有认为是火山沉积矿床)
英阳关铁矿床	3	400~180	290	220~70	133	2.6~1.8	2.33	0.4		中性凝灰岩-凝灰质沉积岩	火山沉积型铁矿床

制。对于上述前两种情况,其黄铁矿中Co/Ni比的平均值均大于1(表2),而后一种情况,根据前人资料,其黄铁矿中Co/Ni平均值则小于1。因此不能笼统地说在沉积成矿过程中形成的黄铁矿的Co/Ni平均值必定

小于1,而只能说成矿物质来源于古陆剥蚀区,并且是在沉积成矿过程中所形成的黄铁矿中Co/Ni平均值小于1。

2.如上所述,表2所列7个矿床,按黄铁矿中Co/Ni比值及其均方差可将其分为两

组。于家堡子、拉拉厂、谢尔塔拉、白银厂等属于第一组，大红山、刘山岩、英阳关等属于第二组。前一组矿床在空间、时间和成因上均与古海底火山活动密切相关，矿床的产出位置严格受古火山机构控制，矿体呈透镜状和似层状赋存在基性—酸性火山熔岩和凝灰岩中。该组矿床主要是在火山喷气或火山热液作用过程中形成的，属火山气热型矿床。后一组矿床产于中基性—酸性凝灰岩、沉凝灰岩和凝灰质沉积岩中，矿体呈层状、似层状和脉状，成矿物质来源虽然与古海底火山活动有关，但矿化富集又主要受岩相古地理、古气候和古构造等因素控制。因而在矿床成因类型上属海相火山沉积矿床或后期热液改造矿床。根据上述情况，我们可以判断在黄铁矿Co/Ni平均值大于1的这一组矿床中，成矿过程的特点以及控制因素的差别，是Co/Ni比的平均值及其均方差变化大的主

要原因。我们也可以利用黄铁矿中Co/Ni平均值及其均方差数值特征，作为进一步划分与古海底火山作用有关的铁铜矿床类型的重要标志。值得注意的是，当原生火山气液型矿床的成矿物质在后期地质作用下，被活化转移，并在适宜的地质条件下再富集成矿时，其黄铁矿中的Co/Ni平均值及其均方差都比原生矿床黄铁矿中的相应数值大大降低。如意大利的南托斯卡尼（Tuscany）地区的黄铁矿有两类，第一类矿床是在古生代海底火山喷气过程中形成的块状黄铁矿矿床，第二类矿床是在中上新世，由后期热液对前类矿床的局部活化转移的基础上形成的。前者Co/Ni平均值为12~22，均方差7.1~10.9，后者Co/Ni平均值为1.3~4.7，均方差0.7~1.9。因此对后者不能划为火山沉积，而应属后期热液改造型矿床。我国刘山岩含铜黄铁矿型铜矿床可能就属此种情况。



地质新知

页岩中铅锌矿床的成因

麦根、沙利文、霍华兹帕斯和麦克阿瑟河等大型页岩中的层控Pb—Zn—(Cu—Ba)矿床，以及世界许多地区类似但较小的矿化，在成因方面已引起相当大的争论。这些矿床基本上由碳质和钙质页岩中的Fe—Pb—Zn硫化物组成，并常与Ba和Ca的硫酸盐有关。与火山作用没有任何直接的联系，但是在空间和时间上可能与火山岩或浅成岩接近。所有的矿床完好地保存明显的沉积特征，并与容矿地层完全整合和互层。仅有沙利文矿床的下面有明显的蚀变带，尽管局部有裂隙的下盘和有限的上盘蚀变现象并非罕见。在大多数矿床中有过大量的生物活动。这一点已为异养生物化石、高含量的有机碳或S和C的同位素比值研究所证实。

这类矿床经常被视为同生矿床，

至于它们是否由附近逸散到断裂带的流体、远缘的火山喷气溶液或是直接从海水中沉淀则还有争论。较大的一派的意见认为，这类矿床是浅成交代的，或叠加在同生—成岩黄铁矿层之上的。无论是同生的还是后成的理论，在成矿流体的性质和成因方面还有进一步的争论。提出了一些不同说法，比如海水、岩浆回流海水、建造水和原生岩浆水等。

J.P.N.巴德姆研究这种页岩中的层控铅锌矿床的地质、构造特征，探讨了其成因机制，并提出这种类型矿床的模式。他指出，与碳氢化合物有关的建造水是Fe—Pb—Zn—(Ba—Cu)潜在的矿液。这种水溶液在埋藏期间变热、酸度和盐度变高时通过淋滤地层面获得其溶质。通常，这种流体或者呈分散状态，或者形成碳

酸盐中的次生Pb—Zn矿床。在热流较高和大地构造运动活跃的地区，这种流体就会从沉积柱体，特别是同生断层上方的沉积柱体中挤出来。如果这种情况发生在海下，且变为静海环境时，硫化物就会沉淀。如果这种流体被逐出的现象持续一段时间，如果沉积的速率低，那么相当大量的硫化物就会聚集起来。这样一种机制用来说明页岩中铅锌矿床的形成。不稳定的、下沉的克拉通地区，后弧盆地的大陆边缘一侧，以及裂谷发育或火山活动强烈的大陆边缘被认为是建造水汽化和沉淀的适宜的大地构造环境。

余传青摘译自《Applied earth science (Section B)》
vol.90, May 1981,