

四川黑水锰矿床沉积环境的地球化学标志

魏富有

(西南冶金地质六三五队)

含锰岩系不同地段的地球化学资料,可明显地反映不同地段的沉积地球化学环境和含矿性的差异。其效果和用传统的岩相古地理方法近似。但前者简单快速,并能反映岩相古地理方法所无法反映的微量元素局部变化地段。它给锰矿的成矿预测提供了更多的信息。

一、地质概况

工作区位于摩天岭古陆和龙门山古岛弧西缘,瓦布~四美复背斜的两翼,出露有陆源海相沉积的三迭系菠茨沟组(T₁b)含锰岩系。目前发现的三个矿床均位于T₁b千枚岩与灰岩过渡带的海进式层序中,属沉积变质型锰矿。主要金属矿物为低磷的碳酸锰矿(菱锰矿),少量磁铁矿,赤铁矿。

二、沉积环境的地球化学标志

(一) 样品的采集与分析

在复背斜两翼的含锰岩系上每3~4 Km为一段,用岩石地球化学方法采集地层和矿(化)样品。全区共分成24段,采岩(矿)样673件,其位置和样数见图1和表1。样品作Fe、Mn(原子吸收分析),As(斑点分析)和发射光谱多元素分析。

(二) 标志的确定

“为寻求不同沉积地球化学环境中含矿性的地球化学差异”,统计了矿床和矿点上Mn、Ag、As、Mo、Co等元素的平均值,发现在矿床和矿点上这些元素无明显的差异(表2)。因为含锰岩系中,只要Mn达到一定的含量就能吸附一定量的Ag、As等元素,与锰矿的规模关系不大。因此要利用与锰矿伴生的元素去直接预测锰矿的远景是困难的。考虑到不同的地球化学环境下Fe、Mn元素的活动性有差异,为此计算了Fe、Mn的相关系数($Y_{Fe,Mn}$), Mn/Fe 、和Cr、Ni、V、Ti的累加值(下称累加值,其中Ti缩小100倍,其它元

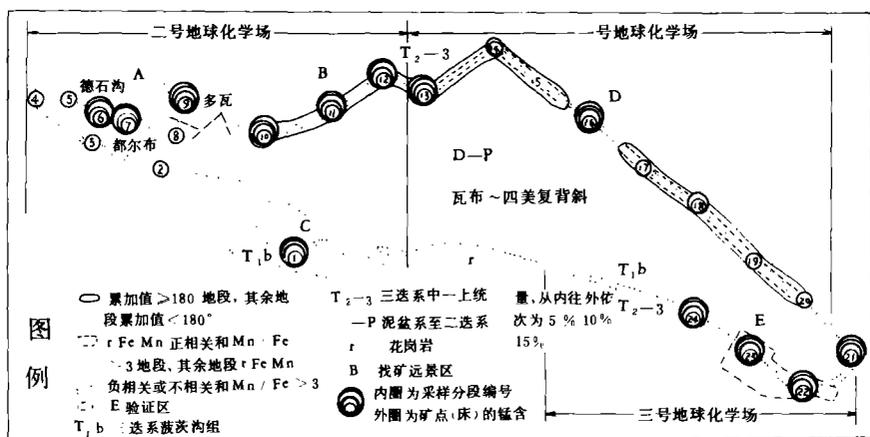
地球化学特征表

表 1

地化场	编号	样数	累加值	$\frac{\text{Mn}}{\text{Fe}}$	Y_{FeMn}	*
二号 地球 化学 场	1	30	178	6	-0.49	0.38 (26)
	2	14	181	3	0.16	0.55 (11)
	3	20	139	4	-0.37	0.42 (20)
	4	25	146	3	0.08	0.46 (17)
	5	22	148	6	0.17	0.44 (18)
	6	40	172	7	-0.28	0.30 (39)
	7	34	157	6	-0.24	0.35 (32)
	8	23	186	6	-0.11	0.38 (23)
	9	25	168	6	-0.38	0.38 (25)
	10	46	202	5	0.07	0.29 (44)
	11	27	184	6	-0.19	0.38 (27)
	12	44	188	7	-0.16	0.29 (44)
一 号 地 球 化 学 场	13	8	343	3	0.80	0.70 (6)
	14	43	197	3	0.39	0.38 (27)
	15	12	198	1	(Mn 1000ppm 未计算)	
	16	40	161	5	0.05	0.30 (38)
	17	21	201	1	0.78	0.44 (18)
	18	31	254	2	0.51	0.38 (25)
	19	30	229	1	0.75	0.53 (12)
	20	20	200	1	0.81	0.58 (10)
三 号 地 球 化 学 场	21	23	171	6	-0.05	0.43 (19)
	22	38	177	6	-0.15	0.32 (35)
	23	43	170	6	-0.19	0.30 (41)
	24	14	150	5	-0.89	0.50 (14)

*0.05临界值, 括弧内为样数:

素含量不变)。发现它们在矿床和矿点上有明显的差异(表2)。即矿点上 $Y_{\text{Fe}, \text{Mn}}$ 正相关,



图一、瓦布—四美复背斜地球化学场分区

矿床和矿点地球化学特征表 (元素平均值 PP^m)

表 2

类别	远景区	地点 (编号)	Mn	Ag	As	Mo	Co	累加值	$\frac{Mn}{Fe}$	Y_{FeMn}	*
矿点		麻窝 (13)	14100	0.6	110	5.1	26	343	3	0.80	0.70 (6)
		普窝 (14)	30300	0.7	8	1.8	17	197	3	0.39	0.38 (27)
		维古 (18)	19400	0.4	9	3.4	18	254	2	0.51	0.38 (25)
矿床	A	德石沟 (6)	62700	1.8	43	3.0	50	172	7	-0.28	0.30 (39)
		都尔布 (7)	61400	1.1	52	2.0	40	157	6	-0.24	0.35 (32)
		多瓦 (9)	92400	0.9	34	2.7	22	168	6	-0.38	0.38 (25)
远景区	B	热十窝 (10)	32100	0.6	31	3.8	37	202	5	0.07	0.29 (44)
		普格基西 (11)	83900	1.2	31	7.0	38	181	6	-0.19	0.38 (27)
		普格基东 (12)	52700	0.7	37	2.9	28	188	7	-0.16	0.29 (44)
	C	俄罗斯库 (1)	95600	3.6	81	3.0	121	178	6	-0.49	0.38 (26)
	D	徐古 (16)	46600	0.8	31	0.9	30	161	5	0.05	0.30 (38)
E		瓦布一六合 (22-23)	90200	0.5	8	1.5	21	174	6	-0.25	0.38 (24)

* 0.05临界值, 括号内为样数。

矿床上 Y_{FeMn} 负相关或不相关。而且前者 $Mn/Fe < 3$, 累加值 > 180 , 后者 $Mn/Fe > 3$, 累加值 < 180 。

(三) 统计样品的选择

考虑到含锰岩系中锰矿化和Mn异常都是在统一的地球化学环境和水动力条件下形成,因此在统计特征值时将Mn > 1000ppm的异常样品和已知矿化样品作为一个体系来考虑。为了弄清Mn含量高低对统计结果的影响,将同一地区Mn ≥ 1000ppm的异常样品加已知矿化样品和10000ppm的矿化样品分别统计,发现这两类样品中各类特征值都相似。以 γ_{FeMn} 为例(表3),不管Mn含量高低,只要是矿床上的样品其 γ_{FeMn} 都是负相关或不相关。只要是矿点上的样品 γ_{FeMn} 都是正相关。说明 γ_{FeMn} 主要受沉积环境中元素行为的影响与Mn的含量关系不大。考虑到找矿都在未知区进行,用异常样品加已知矿化样品来预测含锰岩系比只用已知矿化样品,其实用性更大。所以各类特征值都用Mn ≥ 1000ppm的样品进行统计。

锰含量对铁锰相关系数的影响

表 3

类别	地点 (编号)	位置	Mn > 1000ppm		Mn > 10000ppm	
			γ_{FeMn}	*	γ_{FeMn}	*
矿床	都尔布 (7)	68~74线	-0.24	0.35 (32)	-0.65	0.46 (17)
	德石沟 (6)	随机样	-0.28	0.30 (39)	-0.38	0.35 (32)
		62~66线	0.02	0.38 (23)	-0.35	0.53 (12)
	多瓦 (9)	随机样	-0.32	0.42 (20)	-0.37	0.51 (13)
		TC ₂₂	-0.38	0.38 (25)	-0.65	0.47 (16)
矿点	维古 (18)	随机样	0.51	0.38 (25)	0.56	0.38 (24)
	普窝 (14)	随机样	0.39	0.38 (27)	0.39	0.35 (26)

* 0.05临界值, 括号内为样数

(四) 地球化学场分区

根据表1的特征值将复背斜北翼东段13~20号划为一号地球化学场。其 γ_{FeMn} 除16号之外均为正相关。复背斜北翼西段及转折端1~12号和东段及转折端21~24号,分别划为二号、三号地球化学场。它们的 γ_{FeMn} 均为负相关或不相关,见图1。Mn/Fe和累加值统计结果,在一号地球化学场Mn/Fe < 3 (即Fe、Mn含量相差不大),累加值180~340。在二、三号地球化学场Mn/Fe > 3 (即Fe、Mn含量相差大),累加值150~180。从图1和表1还可以看出,累加值不如 γ_{FeMn} 和Mn/Fe的规律性强,如二号地球化学场中10、11、12号的累加值偏高,说明还有一些没有搞清楚的因素在控制着Cr、Ni、V、Ti元素的分布。

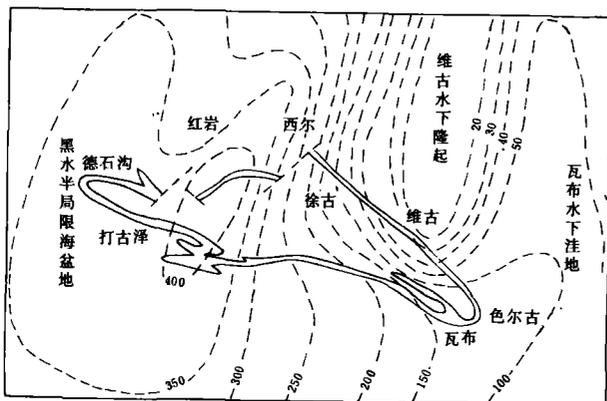
三、对锰矿沉积地球化学机理的初步认识

Fe、Mn均属亲氧亲硫变价元素,电价和离子半径相似,两者有明显的地球化学亲和性。

在锰矿的垂直或侧伏方向上常伴生铁矿。但由于古地理环境和沉积分异条件的不同,造成Fe、Mn集中、分散能力的差异和存在形式的改变,使两者的共生关系发生变化。

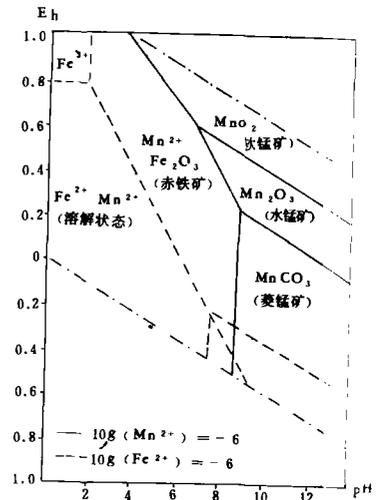
区内三个地球化学场实际上是三个不同的古地理环境。据公司科研所编“早三迭系岩相古地理图”的分区,一号地球化学场称为维古水下隆起;二、三号地球化学场分别称为黑水半局限海盆地(图2)和瓦布水下洼地。

在水下隆起区处于高能带,沉积速度快,砂质多钙泥质少,不利于Fe, Mn的沉积分异。而且在氧化条件下(见图3) Fe, Mn均呈高价的氧化物(赤铁矿, 镜铁矿, 软锰矿, 铁锰矿)形式出现, 铁锰同时沉积, 形成Fe高, Mn高的状态, 造成铁锰正相关和Mn/Fe比值小。而且在沉积过程中接受大量的粗碎屑物质, 造成与碎屑物质相亲的Cr、Ni、V、Ti元素含量高。在这一地区仅见品位低, 厚度小的铁锰矿(如维古)。由于磷元素的运移与上升的海流有关, 富集在海底突起部位, 故这一地区的铁锰矿含磷高。



图二 瓦布—四美复背斜早三迭系古地理图

图例 T, b 波茨坦沟地层 地层等厚线 (M)



图三 Mn—Fe—H₂O体系的 Eh—pH图解

T = 25°C P 总 = 1 Pco₂ = 10⁻⁴ (据H赞托普1978)

在局限海盆地和水下洼地均处于低能环境中, 有利于铁锰的沉积分异。从图3看出, 在还原条件下Mn主要呈低价的碳酸盐(菱锰矿)的形式存在, 赤铁矿, 镜铁矿已不复存在。而在菱锰矿的上下盘和尖灭端出现磁铁矿。由于铁锰的存在形式和共生关系的改变, 在矿体上出现Mn高Fe不高, 甚至Fe低的状态, 故YFe Mn呈不相关甚至负相关, Mn/Fe比值大。而且在这一带一般远离剥蚀源, 沉积物主要是泥质、钙质, 粗碎屑物少故与碎屑相亲的Cr、Ni、V、Ti低。由于低能环境下, 既有利于Fe、Mn的分异也有利于Mn、P的分异, 故在海盆地或水下洼地往往形成品位高, 厚度大的低磷锰矿床。本区已知的三个锰矿床均产于这一环境。

不同位置特征值差异 表 4

地点 (编号)	位置	Mn	YFe Mn	*
		Fe		
徐 古 (16)	178~180线	1	0.83	0.48 (15)
	176线	5	0.05	0.30 (38)
	172~175线	6	-0.06	0.32 (33)
	169~170线	2	0.39	0.38 (26)
热 十 窝 (10)	112~115线	1	0.47	0.60 (9)
	110~111线	4	0.07	0.29 (44)
	剖面	5	-0.20	0.58 (10)
	108线	1	0.88	0.75 (5)
多 瓦 (9)	82~90线	1	0.42	0.42 (20)
	92线	1	0.91	0.44 (18)
	TC ₂₁	3	-0.32	0.38 (24)
	98~100 线	7	-0.38	0.38 (25)

* 0.05临界值, 括号内为样数。

见矿槽探品位厚度 表 5

槽号	矿层数	矿累计厚 (M)	Mn 含量 (‰)	Mn 平均含量 (‰)
Te ₁	1	3.2	11~15	13.3
Te ₂	3	2.6	10~16	12.7
Te ₆	9	11.8	10~34	16.9
Te ₈	6	4.4	10~31	17.2
Te ₉	6	6.5	10~19	14.5

个矿床所在地, 其余四个地区经检查均见到较好的锰矿, 有进一步工作价值。

四、E 区验证结果

为证实用沉积地球化学标志确定的有利于锰矿沉积的远景区是否合适, 在E区 (2—3号) 投入比例尺 1:10000的次生晕, 磁法, 交流电法等综合物化探方法。工作结果获得三个异常, 这些异常经七个槽子揭露五个见矿, 见矿率71%。其品位, 厚度如表 5 所示。现在

从图 1 各矿点锰的平均含量看出, 在不同的环境下锰的矿化强度有明显的差异。表现在隆起区 (除 16号之外) Mn低, 海盆地和水下洼地 Mn高。从图 1 还可看出, 16号的特征数无论 YFe Mn 还是 Mn/Fe 都和隆起区的特征值不相吻合。对此可作如下解释, 即隆起区可能有局部的凹陷。如表 4 所示, 16号在长约 3000米范围内, 两侧正相关部位可能是隆起区, 中间负相关或不相关部位可能是凹陷区。虽然这仅是局部的凹陷, 但相对来说位于低能带, Fe Mn 的沉积分异条件好, Mn/Fe 比大, 形成了一定规模的锰矿。

同样在海盆地和水下洼地也可能有局部的隆起, 表现在这些地区局部出现 Fe Mn 正相关值, 如表 4 的 9 号和 10 号。在这些局部的隆起区, Fe Mn 沉积分异条件差, Mn/Fe 比值小, 锰矿变贫。

由此看来, 沉积环境的地球化学标志比岩相古地理分区有时更能细致地反映局部沉积环境的变化。根据本区的沉积地球化学标志确定, 在复背斜南北两翼有 A、B、C、D、E 共五个有利于锰矿沉积的远景区 (图 1)。其中 A 区为已知的三个

这一地区已提交给地质队作为评价勘探的基地

以上说明,用地球化学方法确定低磷锰矿的有利沉积环境是可行的。这一工作给地球化学方法的应用开辟了新的途径,也给锰矿的评价预测提供了又一手段。

GEOCHEMICAL CRITERIA FOR SEDIMENTARY ENVIRONMENTS OF HEISUI MANGANESE ORES IN SICHUAN PROVINCE

Wei Fuyou

(South-West Geological Exploration Corp., M. M. I.)

Abstract

Geochemical data on various sections of Mn-bearing rock series may reflect distinctly the relevant geochemical environments and the diversity in ore potential, and that seems to yield the similar results got by the petrographic-paleogeographic method, but the former is simpler and more rapid, and could identify the local variations of trace elements, providing better information for the metallogenic prognosis of Mn ores.

会议消息

▲冶金地质技术经济及管理现代化研究会天津地质研究院分会已于1986年3月24日成立。参加成立会议的有本院各处、室代表18人。

天津地质研究院院长候宗林在成立会议上讲了话,阐述地质经济研究会的性质、宗旨和任务,希望天津院研究分会及全体会员把冶金地质技术经济及管理现代化的学术研究工作搞好,为提高冶金地质工作社会效益做贡献。副院长万资坤就天津院地质经济研究分会的筹备经过做了说明。

会议通过民主协商,推选出天津院地质经济研究分会委员会组成人员名单为:万资坤、尹子生、王志韬、吴克成、连俊坚、李浩、陆丽娟、房政魁、胡桂明等九人。万资坤任主任委员,胡桂明任副主任委员,吴克成任秘书长。

经委员会研究,天津院地质经济研究分会1986年学术研究重点是:冶金地质科研项目管理和队伍结构改革研究;冶金地质科研管理现代化研究;冶金矿产资源形势分析和矿床经济评价研究等。

目前,正积极发展会员并组织撰写学术研究论文,迎接和参加拟定今年9月召开的“冶金地质技术经济及管理现代化研究会”成立大会及其年会。(吴克成供稿)