新疆鄯善百灵山铁矿床地质特征及成因分析

p618.310.

厉小钧 李新辉 (西北冶金地居勘查局五队·酒泉·735000)

通过地质勘探和综合研究相结合的手段,从百灵山铁矿床的地质特征入手,分析矿床成因,提出矿

床属海相火山喷发沉积一热液改造型的成因观点。

关键词 铁矿 地质特征 成因分析 百灵山

,铁矿床

百灵山铁矿床位于塔里木板块北缘古生代岛弧

海沟系,阿奇山—雅满苏岛弧带上西段南缘(图1)。

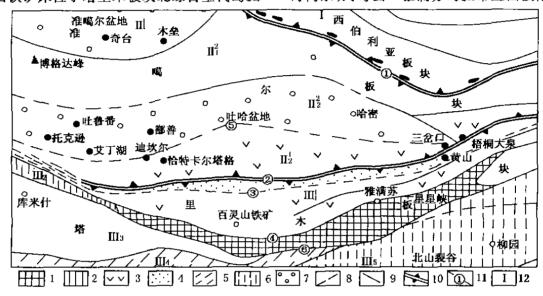


图 1 东疆地区板块构造示意图

于 1960 年发现并做了矿点检查,1977 年进行普查评价找矿工作,估算 D 级储量 147.94 万 t。认为矿床属中一高温热液充填型,后期又有人认为是矽卡岩型铁矿。1992 年在新疆东疆地区开始新一轮富铁矿找矿工作。首先从百灵山铁矿找到了突破口,对矿床的认识有了很大的转变和深入,提出了矿床成因为海相火山喷发沉积——热液改造型的观点,并以此思路指导了以后的深部找矿及勘探工作,最终获得地质勘探储量(B+C+D) 1306.5 万 t,由原来的小型矿床成为中型富铁矿床,提高了该矿床的利用价值,取得较好找矿成果。

1 矿床的地层及岩石特征

1.1 地层

矿区出露地层(表 1)为中石炭统马头滩组下亚

组(C_2m_1),呈宽缓复背斜 NWW 向展布,如孤岛状悬浮于海西中期花岗岩体之上(图 2)。岩层呈巨厚层状,由火山碎屑岩组成,各岩层之间呈整合接触,没有正常沉积层分布。

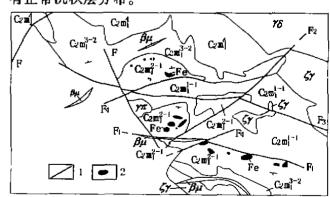


图 2 百灵山铁矿区地质略图 1一斯层;2一铁矿体

表 1 岩性、层序及分布特征

展号	主要岩性	厚度(m)	分布特征
7	安山质岩屑(角砾)晶屑凝灰岩	> 180	分布在复背斜北翼,和岩体直接接触,南翼缺失。
6	英安质(角砾)凝灰熔岩	85 ~ 136	分布在两翼,沿走向厚度变化大。
5	安山质晶屑凝灰岩	17 ~ 35	只在北翼有产出,且走向、倾向变化较大。
4	铁矿层	1~8	只在北冀产出,且走向、倾向变化较大。
3	安山质凝灰岩、安山质火山角砾凝灰岩	40 ~ 65	分布在两翼,产出较稳定。
2	铁矿层	1 ~ 17	北翼为 1~2,南翼自西到东为 [[,[]
<u> </u>	英安质晶屑凝灰岩、英安质玻屑凝灰岩	> 180	分布在复背斜核部。

1.2 岩石化学特征

百灵山铁矿主要由中性和中酸性两种火山碎屑 岩组成,其化学成分特征(平均)如表 2。

把 41 个样品投影在 Logo—Logr 坐标图上,绝大 多数样品落在 B 区,如图 3,少量落在 C 区,说明矿 床形成的构造环境为岛弧及活动大陆边缘地带。

岩石化学成分中, Na > K, Na₂O 含量大于 3%, Na₂O/K₂O 值为 3 左右,显示了海相火山岩的化学组成特征,岩石的平均里特曼指数分别为 1.9 和 2.8,岩石属钙碱性系列。

表 2 岩石化学成分平均含量

成分(%)	SiO ₂	Al_2O_1	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K₂0	H ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	CO2	合计	8
安山质岩石(15)	54.33	13.5	5.66	4.51	<u> </u>	6.45	4.18	1.48	1.69	0.56	0.12	0.31	0.09	99.61	2.8
蚀变安山质岩石(6)	46.59	12.75	11.67	3.15	3.3	16.32	1.28	0.42	0.79	0.48	0.12	0.32	2.47	99.66	
英安质岩石(20)	70.1	12.48	3.05	1.78	1.46	2.32	5.6	1.5	0.84	0.34	0.069	0,14	0.2	99.88	1.9

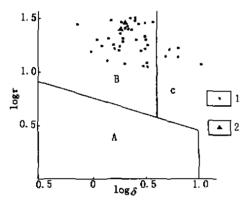


图 3 里特曼——戈蒂里图

A 区一非构造带(板块内部稳定构造区); B 区一造山带(岛弧及活动大陆边缘区); C 区一A、B 区火山岩泥生的碱性岩; i一火山岩; 2一侵入岩

2 矿体的产出特征

百灵山铁矿床空间上分为三个矿体。其中 I—1、I—2 分布在复背斜北翼, II、III 分布在南翼,各矿体的规模及产状如表 3。

表 3 矿体规模及产状

矿体号	K(m)	宽(m)	厚(m)	傾向	傾角(平均)
1-1	600	350	1~7.31	348° ~ 38°	29°
1-2	1050	550	1.36 ~ 14.27	345° - 32°	25°
II	250	200	3.23~9.54	233°	12°
Ш	900	150	1.96 <u>~ 1</u> 6.46	223°	210

矿体的产出具有以下特征。

- 1)大量探矿工程控制表明,铁矿体呈层状、似层 状产出,与围岩产状一致并同步褶皱(图 4);
- 2)矿体常由薄层状与中厚层状铁矿层及夹层组合而成。矿体沉积特征明显;

- 3)铁矿体与围岩的界线十分清晰,仅几毫米的 夹层,也清晰可见;
- 4)在下层矿体上盘围岩中,可见薄层状或条带 状的微层理;
 - 5)矿层及上下盘围岩常具一定规模的破碎:
 - 6)矿层及上下盘圈岩常具一定规模的蚀变;
 - 7)矿层及蚀变岩中交代及充填现象较明显。

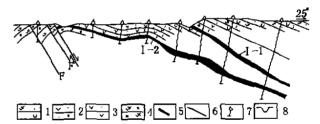


图 4 百灵山铁矿床 37 勘探线地质剖面图 1-熔岩;2-安山质晶屑凝灰岩;3-安山质凝灰岩;4-英安质 凝灰岩;5-铁矿体;6-断层;7-钻孔;8-采坑

3 矿石特征

3.1 矿石矿物组成

1)矿石矿物以磁铁矿为主,其次为假象赤铁矿、 黄铁矿,少量赤铁矿、镜铁矿,偶见黄铜矿;氧化部位 可见褐铁矿、孔雀石等;

2) 脉石矿物以石英、绿帘石为主,其次为阳起石,可见石榴子石、绿泥石、钾长石;偶有方解石、电气石、透辉石等。

3.2 矿石的化学组成

矿石主要有用、有害组份如表 4, 属高硫低磷中 硅富磁铁矿矿石。矿石主要化学成分及相关关系见

10

图 5,它们呈明显的相关性。其中 S 的含量变化无表 4 矿石主要有用、有害组分含量表 (%)

72'-14-13	TFe			3	P SiO		02
矿体号	富	贫	富	贫	平均	富	贫
1-1	54.28	32.36	1,41	1.03	0.037	14.26	31.53
1-2	53.59	28.85	1.68	1.66	0.021	14.34	33.90
П	60.88	34.20	0.37	0.29	0.047	5.69	33.90
10	54.83	27.73	1,62	1.53	0.051	12.58	32.96

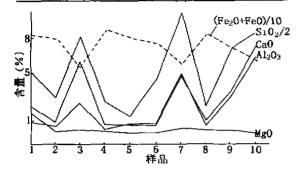


图 5 百灵山铁矿床矿石化学成分相关图 规律性,变化范围为 $0.04\% \sim 6.84\%$; P_2O_5 的含量低,在 $0.05\% \sim 0.44\%$; K_2O 含量在 $0\% \sim 0.88\%$ 。 P_2O_5 及 K_2O 含量的绝对偏低,是区别于陆源海相沉

积铁矿的重要标志。Cu、Pb、Zn 的含量皆为 0.0n%, 个别 Cu 的含量 0.n%,主要微量元素有 Ni、V、Ti,但含量甚微,皆为 0.00n%级。

3.3 主要矿石矿物特征

3.3.1 磁铁矿

海相火山沉积铁矿床中磁铁矿的化学组分以低钒、钛为特征, TiO_2 、 V_2O_5 含量为 0.0n%。 百灵山铁矿床中磁铁矿的 TiO_2 、 V_2O_5 含量符合以上(王曰伦, 1988)的成因特征,和翼东地区火山沉积变质铁矿床中的磁铁矿组分甚为相似,而明显区别于富钛、钒的气液交代、矿浆充填型以及岩浆自身结晶中的磁铁矿(表 5)。

磁铁矿常具环带状和次生边构造,前者最多可见四环,每环的组分发生一些变化、但变化不大;后者的次生边较之中心主矿物组分发生较大变化(表6),其中 Si、Al、Ca 等组分明显加入, Mg、Fe 等组分则明显带出,说明原生沉积磁铁矿受到后期热液的改造,组分有带出和带入,并生成相应的蚀变矿物。

表 5 磁铁矿化学组成特征对比

- 京	V ₂ O ₅ × 100/TFe	$TiO_2 \times 100/TFe$	TFe(%)	资料来源
百灵山铁矿床	0.036	0.104	67.04	本文(17 个样)
雅橋苏铁矿		0.091	66.02	西安地院,1994
邯邢式铁矿床	0.057	0.085	61.89	
宁芜火山沉积型铁矿床	0.025 ~ 0.083	0.042 ~ 0.603	7	TD# 1000
宁尧气液交代、矿浆充填型 邯邢式铁矿区之岩体	0, 29 ~ 0.72	1.13 ~ 4.09		王曰伦,1988
	0,553	0,806	63.62	

表 6 具次生边的磁铁矿组分变化

(%)

矿物位置	SiO ₂	MgO	FeO	Al ₂ O ₃	NiO	TiO ₂	CoO	Cr ₂ O ₃	V	CaO	Σ
稍暗主矿物	1.60	0.21	87.93	0.05	0.27	0	1.20	0.07	0.01		91.33
稍亮主矿物	1.53	0.24	88.87	0.13	0.04	0.04	0.15	0.09	0.03	0.47	91.59
稍暗次生边	15.40	0.17	72.62	0.50	0.07	0.04	0.15	0.90	0.02	1.23	91.09
<u>稍</u> 暗次生边	13 . <u>58</u>	0.20	74.46	0.49_	0.08	0.10	0.10	2.32	0.02	1.35	92.68

3.3.2 黄铁矿

黄铁矿多集中分布在矿层及矿层附近的蚀变岩中,各地层岩性中也有零星分布。矿石中黄铁矿交代磁铁矿的现象非常普遍,形成紧密的共生关系。

黄铁矿中的特征元素 Co、Ni 含量如表 7, Co/Ni 比值为 1.8, 最接近王亚芬划分的海相火山沉积或 后期热液改造型矿床中黄铁矿的 Co/Ni 比值。

3.4 矿石结构、构造

矿石的主要结构为他形微一微粒结构,其次为他形粗粒、自形一半自形细一粗粒、交代结构,偶见似海绵陨铁结构、压碎结构;矿石构造主要为致密块状、浸染状、条带状构造,次为细脉状及角砾状构造。

表 7 黄铁矿中 Co、Ni 特征值的成因类比

矿床	Co(10 ⁻⁶)	Ni(10 ⁻⁶)	Co/Ni	资料来源	
海相火山一热液矿床	92.86%	的样品	5.35 ~ 17.35	王亚芬:1981	
海相火山沉积或后期热液改造矿床	$C_0 > N_1$		1.93 ~ 2.57	(56个样,七个矿床)	
百灵山铁矿床	900	500	1.80	本文、电子探针	

在矿床中,他形粒状结构,似海绵陨铁结构及致密块状和条带状构造,部分浸染状构造等,可以确认为火山沉积成矿时的初始组构,其他的组构特征,反映了成矿中后期热液叠加改造作用的迹象。

4 构造与成矿作用

矿区复背斜南翼为一单斜构造,北翼近地表部分为小型褶曲,深部为较稳定的单斜构造;断裂构造主要为 EW 向和 NE 向两组,NW 向规模较小。

- 1)铁矿体赋存在矿区复背斜南北两翼。核部为 含矿层下部层位,和两翼岩层常为断层接触,断裂为 近 EW 向,断距 > 30 m;
- 2)复背斜北翼的次级褶曲轴部,是热液运移沉 淀的有利场所,常形成富厚矿体;
- 3)矿层及顶底板围岩,常有不同规模的破碎带,破碎带中蚀变强烈,交代及充填现象普遍:
 - 4)围岩蚀变从断裂附近向外由强变弱;
- 5)断裂带附近的铁矿体,受构造及热液的作用,变得又厚又富,或形成不规则状及脉状;
- 6)矿区 EW 向断裂控制着火山活动及热液活动,NE 向及 NW 向为成矿后断裂。

5 围岩蚀变

矿床在成矿过程中,伴随长期的构造、火山活动 与热液作用,形成了较强烈的围岩蚀变。

根据蚀变特征及矿物间的相互关系,围岩蚀变可分为表8中的期次及类型。

晚期的蚀变,交代或穿插早期的蚀变岩现象明显,其中阳起石、绿帘石广泛被同期及后期的磁铁矿、黄铁矿等交代穿插。热液对组分起到了活化、迁移、沉淀、再富集的作用,并形成一定的规模,这从表2和表6中可以说明组分的带出带人。

其它的蚀变只是形成局部的交代作用,而对原

表8	蚀变类型及特征
1 C O	

蚀变阶段	独变类型	强度	矿物特征	与矿化关系
SOT THE BALL	绿帘石化	较强	暗绿色, 他形, 粒度小于 0.05mm	弱
沉积阶段	阳起石化	较强	绿色,显微粒状	弱
	石榴石化	弱	呈五角十二面体,棕色,粒度 0.1mm - 1.0mm	弱
矽卡岩阶段	绿帘石化	蒴	黄绿色,柱状,粒度 0.1mm - 0.2mm	弱
	阳起石化	弱	谈绿色,纤维放射状,0.15×0.02mm	弱
	绿帘石化	最强	鲜黄绿色,粒状,0.2mm~0.3mm	强烈
热液阶段	阳起石化	强	深绿色,纤维放射状、1×10mm~2×20mm	强
	绿泥石化	较强	暗绿色,鳞片状集合体,0.01mm	镜铁矿化
石英一碳酸 盐阶段	硅化	弱	呈细粒状,团块状,细脉状分布	黄铁矿化
	碳酸盐化	极弱	偶见细脉或不规则状	黄铁矿化

始沉积铁矿改造不明显。

6 矿床地球化学特征

6.1 硫同位素组成特征

对 4 个岩矿石样中的黄铁矿作了硫同位素组成 测试,其 δ^{34} S 值在 -1.29% ~ +1.68% (CDT)之间 (表 9),平均 + 0.43%,接近球粒陨石硫的同位素组成,具有幔源硫的特征。 δ^{34} S 值离差程度 < 3%,为同源硫。没有轻、重硫的富集现象,受海水及生物影响极微,说明火山喷发的强烈程度。

表9 硫同位素组成

(%o)

样品名称	样号	化验号	834S(CDT)
英安质凝灰熔岩	94TZS1	495029	-1.29
英安质凝灰熔岩	94TZS2	495030	-0.27
铁矿石	94TZS~~5	495031	1.68
侠 矿石	94TZ7	495032	1,59

6.2 氧同位素组成特征

矿区 4 个铁矿石氧同位素样品的测试结果表明,其值在 1.8%。~ 2.3‰(SMOW)之间(表 10),氧同位素组成充分集中,变化范围很小,与中酸性岩浆岩中副矿物型的磁铁矿中的 8¹⁸O 值相当一致,说明矿床中的磁铁矿是岩浆的产物。

6.3 矿床稀土元素组成模式

百灵山铁矿床标准化稀土元素组成模式见图

6。从图中可以看出,铁矿和蚀变岩的标准化分布模

表 10 氧同位素组成

样晶名称	样号	化验号	δ ^{ts} O(SMOW)
磁铁矿	94BL-T201	595158	1.8
磁铁矿	94BL-T202	595159	2.3
磁铁矿	94BL-1203	595160	2.3
铁矿石	944-517	595165	1.9

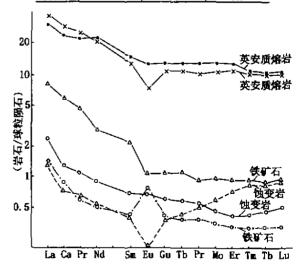


图 6 百灵山铁矿床岩、矿石标准化稀土元素组成模式 式很相似,稀土总量接近(见表 11),反映它们为同源产物, $\sum Ce/\sum Y$,Ce/Yb等之间的差异,又反映了、同源不同阶段的特征。

The state of the s											
样品名称	样号	化验号	∑REE(PPm)	δEu	δCe∕∑Y	Ce/Yb	با ۲ /بيد ا	La/Sm			
铁矿石	$BL - XI_1$	952881	3.197	0.81	1.824	2.676	6.471	3.395			
铁矿石	BL—XI ₂	952882	4.236	0.22	0.730	0.818	2.273	3.143			
英安质凝灰熔岩	Bl.—XT ₃	952883	104.21	0.624	1.610	2.648	5.224	2.782			
英安质凝灰熔岩	BL—XT4	952884	107.16	0.926	1.242	2.189	4.167	2.103			
蚀变岩	994—519	952885	4.745	1.069	2.134	2.729	7.500	3.400			
独变岩	994—507	952886	16.142	1.120	3.553	6.652	13,739	3.635			

表 11 稀土样品特征参数组成

注:表5至表11中的样品结果,分别由中国地科院宜昌地研所、地矿部西安地研所测试,1995。

两个凝灰熔岩的稀土元素含量和铁矿石及蚀变岩的差别较大,但是它们的配分曲线近于平行,又反映了它们同源不同期的产物特征。

7 矿床成因

综上所述,百灵山铁矿床成因应属海相火山喷 发沉积一热液改造型,其主要依据归纳如下:

- 1)矿体产于具海相火山岩特征的火山碎屑岩中,属岛弧火山的产物;
 - 2)矿体与围岩界线十分清楚:
 - 3) 具明显的层状构造特征, 与围岩同步褶皱;
- 4)矿石矿物组分简单,磁铁矿占绝对多数,没有 化学沉积矿物;
- 5) Cu、Pb、Zn、Mn 等元素含量极微, P₂O₅、K₂O 含量较低, 区别于陆源沉积铁矿:
- 6)矿体中的主要成因矿物,既显示了原始火山 沉积特征,又记录了后期热液对它们的改造踪迹:
- 7)以绿帘石化为主的围岩蚀变,对矿体具有紧密的改造富集作用;
- 8) **地球化学特征**也说明了矿体的海相火山沉积 成矿作用及热液对它的改造作用;
 - 9)构造对后期热液改造作用具有控制性。

8 成矿物质来源

8.1 铁质来源

- 1)6个稀土样结果表明,有4个样 δEu≈1,一个样 δEu>0.6,另外一样 δEu<0.6,说明成矿物质主要来自上地幔,少部分可能为过渡型或陆壳改造型,符合岛弧火山岩成分和成因的复杂多样性;

8.2 硫的来源

硫化物以黄铁矿为主,分布普遍,黄铁矿的硫同位素组成具幔源硫特征,因此硫来源于上地幔。

参考文献

- 2 陈光远,孙岱生,殷辉安,成因矿物学与拔矿矿物学,重庆;重庆出版社,1987
- 3 魏菊英,王英玉.同位素地球化学,北京:地质出版社,1988
- 4 王曰伦,中国海相火山一沉积成矿理论及相关地质问题,地质专报,北京:地质出版社,1988

GEOLOGY AND METALLOGENESIS

OF THE BAILINGSHAN IRON DEPOSIT IN SHANSHAN, XINJIANG

Li Xiaojun, Li Xinhui

Based on geological exploration and synthetic research and from the viewpoint of geology of the Bailingmiao iron deposit, the metallogenesis is studied. The deposit is originally attributed to marine volcanic exhalation (sedimentation) - hydrothermal reformation.

Key words iron deposit, geology, metallogenesis, Bailingshan



第一作者简介

厉小钧 男、1966年生。1988毕业于长春冶金地质专科学校地勘系,1990年毕业于东北大学秦皇岛分校地勘系。现为地质工程师。主要从事地质找矿与勘探工作。

通讯地址:甘肃省酒泉市盘旋西路 西北冶勘局五队 邮政编码:735000