

宁夏中宁茶梁子铁钴矿床成矿地质特征

刘志坚^{1,2}, 侯明才¹, 王泽晶², 向连格², 王红², 王新强²

(1. 成都理工大学沉积地质研究院, 四川 成都 610059; 2. 宁夏回族自治区地质调查院, 宁夏 银川 750021)

摘要:通过对茶梁子矿区的地质背景、矿体特征、矿石特征及岩石地球化学特征进行综合研究,初步探讨了矿床的成因。认为矿体是由含硫质的低温热液携带矿质运移到断裂构造的有利部位沉淀而形成的。同时在表生环境下,原生矿体经过后期的次生改造作用后,形成了富含铁、锰氧化物的土状矿石,并且以较为富集的铁、锰氧化物作为寻找钴的直接标志。

关键词:铁钴矿;成矿地质特征;地球化学特征;茶梁子;宁夏中宁

中图分类号:P618.31;P618.62

文献标识码:A

文章编号:1674-3636(2013)04-0642-05

0 引言

茶梁子铁钴矿床位于中卫市中宁县北部。在20世纪60年代,茶梁子地区就已经发现了若干处小型铁矿床。但在2010年开展的“宁夏中卫卫宁北山多金属矿调查”中分析发现,该氧化型铁矿床中含有较为丰富的钴元素,而这一特点在整个卫宁北山地区所出现的褐铁矿(化)点中具有普遍性。笔者以地质研究为基础,结合岩石地球化学剖面测量数据结果对茶梁子铁钴矿床成矿地质特征和成因进行研究。

1 成矿地质背景

茶梁子铁钴矿床属于宁夏中卫卫宁北山多金属矿产勘查区,其大地构造位置位于秦祁昆造山系,北祁连走廊过渡带东段与阿拉善地块南缘、鄂尔多斯地块西缘的转换部位(仲佳鑫等,2012)。矿区内出露的地层主要有以海陆过渡相为主要沉积特征的上泥盆统、石炭系碳酸盐含膏岩建造(刘勇等,2010)。主干构造主要是在海西晚期—印支早期发生的碰撞造山作用环境下形成的北北西向展布的茶梁子断裂

(F_{61})和星铁山断裂(F_{60})。区内的矿体或矿化蚀变体多赋存于 F_{61} 主断裂中以及两侧的次级构造当中(图1、图2)。区内岩浆活动并不强烈,仅在断裂带中保留少量的凝灰岩。

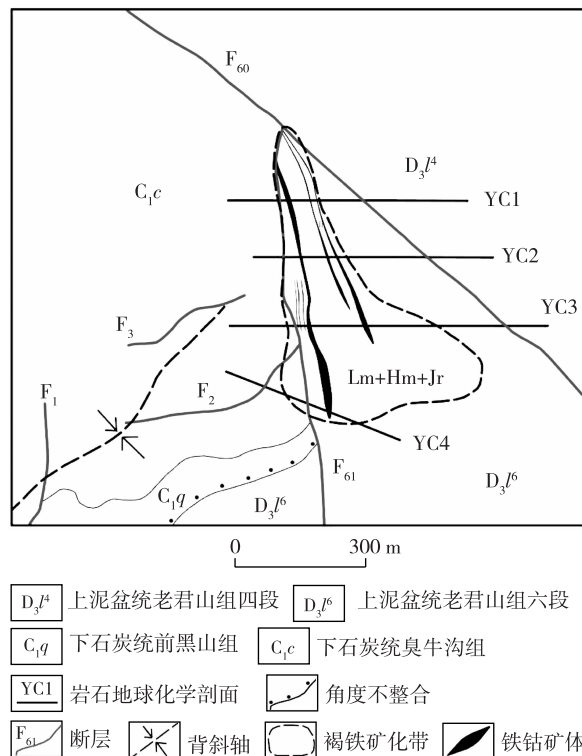


图1 宁夏中宁县茶梁子地区地质简图

收稿日期:2013-02-25;修回日期:2013-04-01;编辑:蒋艳

基金项目:中国地质调查局地质调查项目(1212011085087)

作者简介:刘志坚(1987—),男,助理工程师,主要从事金属矿产勘查工作,E-mail:lzj3000@126.com

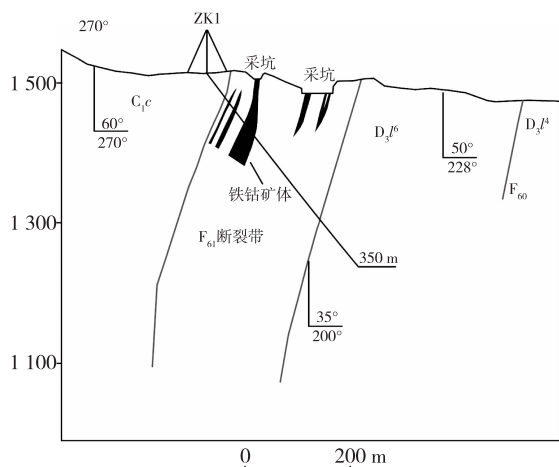


图2 YC3地质剖面简图

2 矿区地质特征

2.1 地层

茶梁子铁钴矿区所出露的岩性主要有以下4种。

D_3l^4 : 上泥盆统老君山组第四岩段浅紫红色钙质粉砂岩、细粒砂岩, 形成若干由下向上、粒度由粗变细的韵律层, 偶见小型沙纹交错层理。

D_3l^6 : 上泥盆统老君山组第六岩段紫红色及灰绿色粉砂岩、粉砂质泥岩及薄层灰岩。粉砂质泥岩中长石多已被方解石交代, 从而使岩石常发生碳酸盐化, 方解石多为泥晶结核, 有轻微的重结晶作用。岩层层理类型单一, 皆为水平或平行层理。本层与下伏 D_3l^4 为断层接触。

C_1c : 下石炭统臭牛沟组紫红色、灰色或灰白色、棕灰色的中厚层状中粒含泥钙质砂岩或石英砂岩, 与 D_3l^6 为断层接触。

C_1q : 下石炭统前黑山组浅黄色角砾状灰岩、浅棕-灰色中厚层状白云质灰岩或白云质微晶灰岩。为一套潮坪-潟湖相沉积, 与下伏 D_3l^6 为角度不整合接触(宋新华等, 2009)。

2.2 构造

工作区内断裂构造比较发育, 总体近南北向。其中, F_{61} 是主要的控矿构造, 长约 1 km, 倾角近直立, 倾向不稳定。研究区大部, 断层西盘主要为前黑山组及臭牛沟组, 东盘为老君山组, 仅在最南部, 西盘才有老君山组出露, 两盘不协调, 在不同地带表现出差异性。有的地段仅有很窄的挤压片理带, 断面平直, 旁侧发育构造透镜体; 有的地段则发育数米

的挤压破碎带, 由一些定向排列的磨砾及松散岩石组成, 磨砾具有扭曲、拉长, 次圆状特征, 往往与岩石碎粉压结在一起(樊志强, 1990)。主断裂两侧的次级裂隙非常发育, 为铁钴矿床提供了有利的空间。

3 矿床特征

3.1 矿体特征

茶梁子铁钴矿床为小型矿床, 地表部分矿体已被用作铁矿开采。该矿床分为 2 个相互平行的矿带, 共由 6 个小矿体组成, 集中分布于矿带南部, 均赋存于 F_{61} 断裂带及两侧的次级裂隙当中。矿体总体上以似层状和透镜状产出, 由于受断裂带控制。因此, 总体呈南北向延伸, 产状与地层斜交。矿体长度为 120 ~ 160 m, 矿体厚度 2.5 ~ 6.0 m, 斜向延伸深 60 ~ 200 m。

3.2 矿石特征

3.2.1 矿石类型 茶梁子铁钴矿床中, 几乎所有的矿体主要赋存于氧化带中。从工业类型上可将茶梁子铁钴矿床的矿石分为氧化矿石和原生矿石 2 种类型, 其中以氧化矿石为主。由于仅有极少量的矿石, 经物相分析后确定为硫化矿石, 故在此不作描述。按矿石的蚀变特征、宏观构造特征及矿化原岩类型, 可将氧化矿石划分为褐铁矿化角砾岩型、褐铁矿化网脉型及土状褐铁矿化断层泥型。3 类矿石铁品位相当, 一般在 20% ~ 50%。

(1) 褐铁矿化角砾岩型: 是矿床中常见的铁钴矿石类型, 约占氧化矿石的 40%, 矿石大多呈红褐色、黑褐色及橙黄色, 一般为角砾状。矿石发生强烈的褐铁矿化、菱铁矿化及黄钾铁矾化。此类矿石 Co 品位较高, 最高品位 800 g/t, 最低品位 300 g/t。

(2) 褐铁矿化网脉型: 约占氧化矿石的 10%, 呈褐黑色, 多存在于岩石裂隙中, 与石英脉相伴生。该类型矿石 Co 品位最高, 一般在 300 ~ 1 200 g/t 之间。

(3) 褐铁矿化断层泥: 该类型也是矿床中比较常见的类型, 约占氧化矿石 50%, 多呈浅红褐色、浅紫红色及浅黄色, 由于受断层作用的影响, 矿石多呈土状及粉末状。除了较强烈的褐铁矿化之外, 局部见有碳酸盐化。Co 品位相对较低, 一般在 200 ~ 600 g/t 之间。

3.2.2 矿石结构与构造特征 矿石结构: (1) 放射

状结构。褐铁矿在镜下多呈现放射状排列,可能受蚀变作用影响,多呈他型晶(图 3a)。(2) 浸染状结构。由于受表生风化淋滤及蚀变作用影响严重,仅有少量矿石的石英脉中见有浸染状黄铁矿,黄铁矿大多呈细粒半自型粒状,存在于石英裂隙中,粒径 $0.002 \sim 0.05 \text{ mm}$ 之间(图 3b)。(3) 假象结构。矿石中常常出现褐铁矿替代黄铁矿而保留黄铁矿的外形,形成了假象结构(图 3c)。(4) 细脉状结构。部分矿石中的褐铁矿多沿黄铁矿破碎裂隙交代或沿构造裂隙分布,呈脉状结构,粒径 $0.01 \sim 0.2 \text{ mm}$ 之间,褐铁矿中常见经淋滤作用脱落的空洞,形成多孔状构造(图 3d)。

矿石构造:(1)角砾状构造。破碎带中的砂岩、泥岩及已经破碎的石英脉等碎屑都呈角砾状混杂于断层泥质当中。角砾之间砾径极为悬殊,在断层靠

两盘地层处,往往具有一定的定向拉伸现象。角砾裂隙及间隙当中,通常会充填有石英脉和褐铁矿脉,细脉中的铁-钴矿化程度往往比较强烈。(2)土状构造。主要是断层内部较为疏松的岩层以及断层泥质经表生风化淋滤后形成的构造特征,由于铁质含量不均匀以及所受蚀变种类不同,土状物的颜色也不同。(3)蜂窝状构造。矿石经过风化淋滤之后,一些难溶的硅质物及被胶结的碎屑物质残留下来,而钙质及原生的金属硫化合物流失,从而形成蜂窝状。这类构造的岩石的铁、钴量较高。(4)网脉状构造。由于受断层作用影响,岩石产生了大量的裂隙,从而后期的热液灌入裂隙中沉淀,形成富含铁-钴的石英脉,该类型构造往往分布于断层边缘部及构造角砾中,网脉基本上是完全的石英-褐铁矿脉,也是钴含量最高的矿石类型。

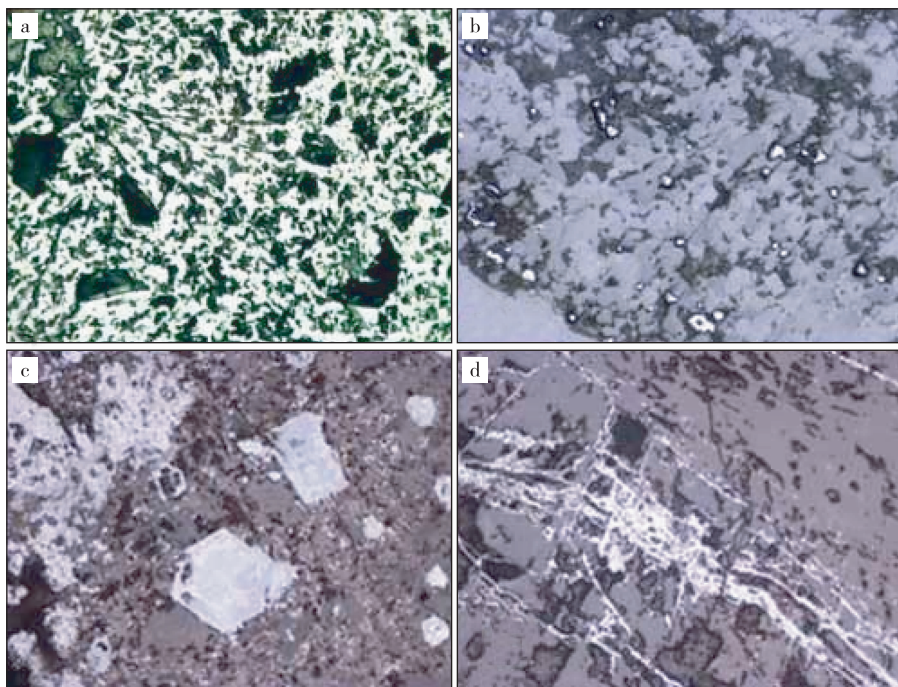


图 3 茶梁子铁钴矿显微照片(长边 2 mm)

a-针柱状褐铁矿呈放射状排列;b-浸染状分布的黄铁矿;c-褐铁矿假象结构;d-褐铁矿脉状分布

4 岩石地球化学特征

4.1 基本特征

为了进一步了解 F_6 断层带的元素分布情况,在矿区内开展了 $1:1\,000$ 的岩石地球化学测量工作,共 4 条采样剖面,采集样品 237 件。根据矿区特点,

选取了 Fe、Mn、Co、Ni、As、Sb、Hg、Mo 及 W 9 种元素作为岩石地球化学工作的研究项目。在数据处理环节,对矿区样品原始测试数据进行特异值迭代剔除处理($X > X_1 + 3S$ 或 $X < X_1 - 3S$),并且进行相应的参数统计(表 1)。区内的元素分布特征为:(1) Fe、Co、Mn 在断层带中的质量分数显著高于断层带以外的部位。(2) 工作区内岩石测量数据中,元素平

均质量分数普遍较高,其中仅 Co、Ni、Sb 和 W 平均质量分数低于克拉克值,表明这些元素为低背景分布区;Fe、Mn、As、Hg 和 Mo 平均质量分数高于克拉克值,表现为高背景分布区。其中 As 平均质量分数高出克拉克值 7 倍,Hg 高出克拉克值 300 倍以上,

表现出较强的地球化学活动性。(3) 各元素的变异系数在 0.38 ~ 1.11,近一半元素的变异系数在 0.70 以上,最高者为 Mn,其次为 Hg、Fe、Co、Mo 和 As,表明这些元素分散、富集程度较高,比较利于成矿(崔晓亮等,2011)。

表 1 茶梁子地区岩石地球化学测量元素背景参数统计

元素	Fe	Mn	Co	Ni	As	Sb	Hg	Mo	W
样品数/个	233	237	138	155	199	202	193	189	211
背景值	7.96	1 532.82	12.74	39.64	16.36	0.45	30.75	2.10	0.81
标准偏差	7.01	1 700.22	9.20	22.76	10.50	0.26	25.42	1.47	0.31
变异系数	0.88	1.11	0.72	0.57	0.64	0.57	0.83	0.70	0.38
异常下限	29.00	6 633.50	40.35	107.93	47.87	1.22	107.00	6.52	1.75
极大值	33.10	5 000.00	1 426.44	103.10	2 000.00	10.91	1 683.22	30.00	13.21
克拉克值	5.80	1 300.00	25.00	89.00	2.20	0.60	0.09	1.30	1.10
背景值/克拉克值	1.37	1.18	0.51	0.45	7.44	0.75	345.49	1.62	0.74
异常下限/克拉克值	5.00	5.10	1.61	1.21	21.76	2.03	1 202.25	5.01	1.59

注:Fe 的质量分数单位为%,其他元素的质量分数单位为 g/t

4.2 因子分析

合理的元素组合必然反映特定的地球化学信息,而每一种矿床类型必然对应着特定的地球化学信息(苟建德等,2008),为了进一步揭示工作区内各元素之间的内在联系,笔者将工作区内 18 种元素的岩石地球化学测量数据进行 R 型因子分析。在 R 型因子分析中取特征值大于 1 的 5 个因子,其累计方差贡献值大于 65%,并且采取正交旋转因子负载矩阵来对元素组合进行分析解释(表 2)。

表 2 正交旋转因子负载矩阵

元素	F1	F2	F3	F4	F5
Ni	0.944	0.027	0.052	-0.031	-0.019
Zn	0.910	0.062	-0.056	-0.038	-0.019
Co	0.884	-0.040	-0.064	0.108	0.000
Mn	0.833	0.062	0.000	-0.047	-0.113
Fe	0.507	0.028	0.316	0.299	0.211
Hg	0.002	0.859	-0.063	-0.048	-0.041
Ag	0.069	0.787	0.162	-0.048	-0.005
Sb	-0.128	0.684	0.177	0.262	0.400
Au	0.104	-0.142	0.100	0.317	0.424
Ti	-0.035	0.003	0.223	0.846	-0.041
Sn	0.164	0.112	0.763	-0.197	-0.036
V	-0.375	0.327	0.149	0.600	0.263
W	0.005	-0.064	0.782	0.118	-0.262
Cu	-0.067	0.632	0.024	0.041	0.168
Pb	0.317	0.294	-0.185	0.492	0.174
As	-0.062	0.693	0.031	0.155	0.016
Ba	0.039	0.084	0.041	-0.544	0.279
Mo	0.409	0.423	0.530	0.091	0.064

18 种变量分为 5 个因子,每个因子代表 1 个元素组合:F1 因子代表的元素组合为 Fe、Co、Ni、Zn 及 Mn。据区域地球化学测量数据显示,该组元素在石炭系中相对富集,为其他泥盆系的 2 ~ 4 倍。该组元素具有亲铁、亲硫双重性(刘英俊等,1984)。在工作区内的控矿断裂中,见有极少量残余的原生硫化物钴矿石,因此 Co、Ni 及 Zn 可能是深部热液活动沿断裂带向上运移而富集的,并且断裂带中普遍表现为 Fe 及 Mn 的含量极高,并且多以氧化物的形式存在,这对于断层带中风化淋滤出来的 Co、Ni 及 Zn 具有一定吸附作用。因此,用 Fe 及 Mn 可以作为寻找钴矿的直接标志。

F2 因子代表的元素组合为 Hg、Ag、Cu、Pb 及 Sb。该组元素具有亲硫性,岩石测量数据显示在断裂带中 Hg、Sb 的丰度远高于其他部位,并且作为前缘晕元素(蒋敬业,2006),对深部的中低温热液可能形成的 Ag、Cu 及 Pb 的硫化矿具有指示作用。

F3 因子代表的元素组合为 W、Mo 及 Sn,为一组高温元素,工作区内并未发现大规模的岩体,仅有少量火山岩出现。因此,该组元素是对沉积背景的反映。

F4 因子代表的元素组合为 V、Ti、Ba 及 Pb。该组元素亦是对沉积背景的一种反映。

F5 因子代表的元素组合为 Au。Au 以单个元素为一组,表明其迁移、富集规律异于其他元素,往往独立成矿。这与区域地球化学测量显示结果一致。

5 成因初探

从矿石的结构构造来看,铁、钴以在岩石裂隙及构造角砾间隙内的脉状体中的含量最高,土状矿石次之。因此,矿体的形成应该是由成矿流体携带矿质运移到构造破碎带中及两侧的有利部位沉淀下来的。在工作区内,地表和钻孔中均未见到大规模的岩浆作用的迹象,仅仅零星见到火山凝灰岩,而少量的脉状矿石的物相分析结果显示 Co 的赋存状态为硫化物,据此初步推测成矿流体为低温的非岩浆热液。土状矿石中,未见有硫质的痕迹,由于断层属于风化薄弱带,并且因子分析的结果显示 Fe、Co、Ni、Zn 及 Mn 为第一因子,铁及锰的氧化物对钴具有一定的吸附作用。因此,土状矿石可能是原生矿石经过表生环境下的次生改造作用所形成的。

6 结 论

(1)茶梁子铁钴矿床主要赋存于 F_{61} 断裂带中及两侧的次级裂隙中;矿石的镜下结构主要有放射状结构、浸染状结构、细脉状结构及假象结构;矿石的主要构造有角砾状构造、土状构造及网脉状构造;矿石类型以褐铁矿化角砾岩和网脉状矿石为主。

(2)Fe、Co、Mn 等元素在矿区内表现为高背景、

高分散富集的特点;地表较为富集的铁、锰氧化物可作为寻找钴的直接标志。

(3)铁钴矿可能是有非岩浆性质热液携带矿质在断层带及裂隙中沉淀形成,并且经后期次生改造作用后形成大规模的土状铁钴矿。

参考文献:

- 崔晓亮,刘婷婷,王文恒,等. 2011. 东昆仑布青山地区水系沉积物测量地球化学特征及找矿方向[J]. 物探与化探, 35(5): 573-578.
- 樊志强. 1990. 卫宁北山区地质调查报告[R]. 银川: 宁夏地质矿产勘查开发局.
- 苟建德,朱从龙,谢洪春,等. 2008. 甘肃两河口地区水系沉积物异常评价[J]. 物探与化探, 32(2): 135-138.
- 蒋敬业. 2006. 应用地球化学[M]. 武汉: 中国地质大学出版社.
- 刘英俊,曹励明,李兆麟,等. 1984. 元素地球化学[M]. 北京: 科学出版社.
- 刘勇,李廷栋,王彦斌,等. 2010. 宁夏卫宁北山金场子闪长玢岩岩脉地质特征及 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄[J]. 中国地质, 37(6): 1575-1583.
- 宋新华,李红宇. 2009. 宁夏中卫市大铜沟铜矿地质特征及控矿因素浅析[J]. 矿产与地质, 23(2): 118-123.
- 仲佳鑫,李欢,李鹏,等. 2012. 宁夏卫宁北山金场子金矿体地质特征与控矿因素分析[J]. 西北地质, 45(3): 81-92.

Metallogenic geological characteristics of Chaliangzi Fe-Co deposit in Zhongning in Ningxia

LIU Zhi-jian^{1,2}, HOU Ming-cai¹, WANG Ze-jing², XIANG Lian-ge², WANG Hong², WANG Xin-qiang²

(1. Institute of Sedimentary Geology, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China; 2. Geological Survey Institute of Ningxia Hui Autonomous Region, Yinchuan 750021, China)

Abstract: Based on analyses of geological background, ore body features and petro-geochemistry features, the authors preliminary discussed the genesis of ore deposits in Chaliangzi ore district. The formation of ore bodies were related to sulfur-rich epithermal fluid. The fluid carried minerals and transported to the vantage point of fault zone, and then the minerals were deposited. In the superficial environment, primary ore body change into earthy ore that was rich in iron manganese oxide by secondary reformation. The rich iron manganese oxide could be the indicators for exploring cobalt ore.

Keywords: Fe-Co deposit; Metallogenic geological properties; Geochemical properties; Chaliangzi; Zhongning, Ningxia