第 27 卷 第 1 期
2012 年 3 月:71-76

地 质 找 矿 论 丛
Contributions to Geology and Mineral Resources Research

Vol. 27 No. 1
Mar. 2012:71-76

doi: 10.3969/j.issn.1001-1412.2012.01.012

陕西省商南县烟城沟钒矿床地质与地球化学特征

李赛赛,魏刚锋,李小兵,伍学恒
(长安大学地球科学与资源学院,西部矿产资源与地质工程教育部重点实验室,西安 710054)

摘要: 通过野外地质调查研究和岩石学、岩石化学、稀土元素地球化学分析,总结了烟城沟钒矿床的地质背景、矿床地质特征,研究了该矿床的地球化学特征;烟城沟钒矿产于南秦岭下寒武统水沟口组黑色岩系中,严格受层位控制,含矿岩石主要为硅质岩夹硅质泥岩;地球化学特征表明该矿床形成于大陆边缘与深海环境过渡带上,且与海底热水活动有关。

关键词: 烟城沟钒矿床;南秦岭;下寒武统;黑色岩系;陕西省

中图分类号: P613;P618.61 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2012)01-0071-06

0 引言

在秦岭造山带的黑色岩系中,有钒、金一钒、镍一钼、石煤、重晶石等金属、非金属矿产出,找矿潜力巨大,备受地勘单位和科研单位的关注。近几年来,在南秦岭下寒武统黑色岩系中,先后发现了山阳中村—银花超大型钒矿床、夏家店中型钒一金矿床、商南千家坪大型钒矿床、商南汪家店中型钒矿床和紫阳超大型毒重石一重晶石矿床等多种类型的大规模矿床[1]。陕西省商南县烟城沟钒矿也是近年来发现的一处钒矿床。

1 区域地质背景

陕西省商南县烟城沟钒矿位于南秦岭东段冷水河—白浪倒转复式向斜的北翼。早寒武世时期,南秦岭作为扬子陆块北部被动大陆边缘,由于拉张作用形成了岛、盆相间的构造格局,如武当、陡岭、小磨岭、平利、佛坪等前寒武纪地块隆起成为孤岛,其间为广阔的古扬子海,海侵规模最大,炎热干旱的气候条件和富 CO_2 的大气,以及海平面的波动、上升洋流的强烈活动、海底热液的活动、生物的高繁殖率等诸因素的耦合,导致了缺氧事件,控制了黑色岩系的发育和分布,形成有机质、钒、磷、镍、钴、铜、铀、金等多元素的聚集[2-3]。古生代以来,扬子与华北两大陆在板块构造活动机制下,南北相对持续俯冲一碰撞对接,在华北大陆强有力的砥柱下,产生了对扬子大陆北缘的挤压动力,使扬子大陆前缘产生隆升带。加里东末期表现强烈,形成了南秦岭东段耀岭河背斜及冷水河—白浪倒转复式向斜,同时形成凤镇断裂、镇板断裂,并发生了酸性岩浆活动[4-6]。在中生代,整个秦岭进入陆内造山,区域上形成了以镇板断裂为主的一系列逆冲推覆构造[7](图 1)。

南秦岭下寒武统黑色岩系可分为南北 2 个带,北带位于宁陕—柞水—山阳—商南一线,小磨岭—陡岭古隆起周围,发育寒武系水沟口组黑色岩系,以产出中一大型的钒矿床为特点,商南县烟城沟钒矿产于该带中;南带位于安康—平利—紫阳一带,分布寒武系鲁家坪组黑色岩系,以产出大型毒重石一重晶石矿床及石煤为特点。

2 矿区地质

矿区位于冷水河—白浪倒转复式向斜北翼。区内出露的地层有下元古界陡岭岩群楼房沟角闪片岩

收稿日期: 2011-04-11; **责任编辑:** 赵庆

作者简介: 李赛赛(1983-),男,博士研究生,从事成矿与成藏动力学研究。通信地址:西安市雁塔路李家村万达广场 2 栋 2-2201;邮政编码:710054;E-mail:lanqi178@163.com

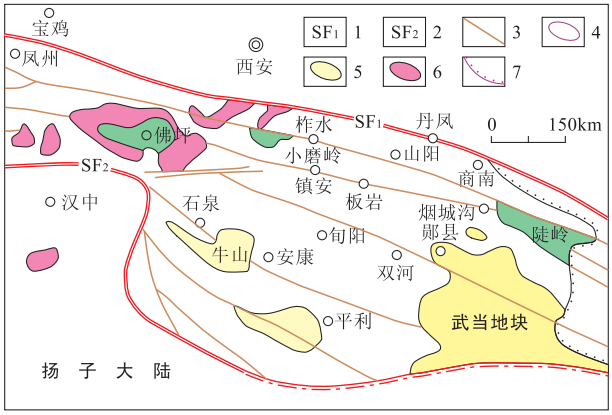

图 1 南秦岭东段大地构造背景[2]

Fig. 1 Geotetonic background for east part of the south Qinling area

1. 商丹缝合带；2. 勉略缝合带；3. 推覆断层；4. 结晶基底岩块；5. 过渡性基底岩块；6. 花岗岩；7. 不整合界线

岩组、上震旦统陡山沱组、上震旦统灯影组、下寒武统水沟口组、中寒武统岳家坪组、上寒武—中奥陶统石翁子组(图 2)。

2.1 赋矿地层

下寒武统水沟口组为区内钒矿的赋矿层位，平行不整合于上震旦统灯影组之上，总体展布于矿区中部，走向近 EW 向。中部较薄，厚度 8～20 m；东、西两侧逐渐变厚，厚度＞50 m。根据岩性组合，可分为 2 个岩段。

第一岩段($\in_1 sg^1$)：岩性以硅质岩、泥岩为主，泥灰岩次之。依据岩性组合特征，可分为 a，b 2 个岩性层，总厚 12.5～48.9 m。

a 岩性层($\in_1 sg^{1\text{-a}}$)：主要分布于底部平行不整合接触面之上。岩性为浅灰色—(浅)紫红色薄层状(局部中层状)硅质岩，偶夹少量土黄色泥岩薄层，局部见浅灰色薄层状粉砂岩夹层。该层沿走向以规模不等的长透镜体断续出露。该层的总体品位 $w(V_2O_5)<0.1\%$。

b 岩性层($\in_1 sg^{1\text{-b}}$)：为第一岩段的主体，区内钒矿主要产于该层。该层最厚处 40 m，最薄处 12 m。岩性为深灰色—灰黑色薄层状硅质岩和黑色硅质泥岩，二者以不同比例组合成硅质岩、硅质岩与黑色硅质泥岩的夹互层、黑色硅质泥岩 3 种岩石组合，且以后二者为主。硅质岩多以长短不等、厚薄不一的透镜体分布于 b 岩性层的底部，沿走向方向可相变为硅质岩夹硅质泥岩，局部相变为硅质泥岩夹硅质岩。在硅质岩与泥岩夹互层中邻界面常见磷结核产出，最大 6 cm×4 cm×3 cm，最小 0.5 cm×0.4 cm×0.3 cm，一般 3 cm×2 cm×1 cm，大部分已挤压变形成扁透镜状，略具定向排列或雁行状排列。另外，该层顶部偶有灰岩呈透镜体顺层产出。该层品位 $w(V_2O_5)$一般约 1%，最高可达 2.20%。

第二岩段($\in_1 sg^2$)：整合覆于第一岩段之上。以灰—深灰色中薄、中厚层状粉晶、细晶灰岩为主，夹薄层泥质灰岩、泥灰岩。细晶灰岩靠下部单层厚度较薄，向上厚度逐渐增大；泥质灰岩夹层从下到上逐渐减少，直至消失。底部大多数为薄层黑色泥质灰岩。走向上由东向西出露宽度增大，但岩性组合特征变化不大。该层的品位 $w(V_2O_5)<0.1\%$。

2.2 构造

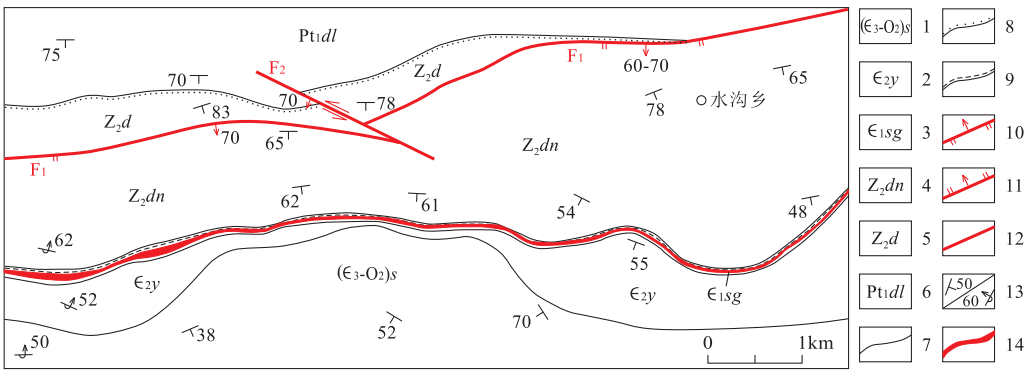

图 2 烟城沟钒矿地质略图

Fig. 2 Geological sketch of Yanchenggou vanadium deposit

1. 上寒武统—中奥陶统石翁子组；2. 中寒武统岳家坪组；3. 下寒武统水沟口组；4. 上震旦统灯影组；5. 上震旦统陡山沱组；6. 下元古界陡岭岩群楼房沟角闪片岩岩组；7. 地质界线；8. 角度不整合界线；9. 平行不整合界线；10. 逆断层及产状；11. 正断层及产状；12. 平移断层；13. 产状/倒转产状；14. 钒矿体

2.2.1　褶皱构造

矿区位于冷水河—白浪倒转复式向斜的北翼,总体表现为一向 S 倾斜的单斜构造,西部局部地层倒转。矿区褶皱构造以次级褶皱和由层间滑动而形成的层间褶皱为主要特征。

(1)冷水河向斜:横跨商南县境,为一规模较大的长轴向斜(长逾 50 km)。轴向近 EW,轴面 N 倾。两翼基本对称,南翼略陡(55°),北翼略缓(50°)。该向斜为区内大型控矿构造,钒矿带赋存于该构造南北两翼寒武系下统水沟口组第一岩性段,分别称北矿带和南矿带。向斜北翼为向 S 倾的复式单斜构造(局部倒转),是直接控制烟城沟钒矿产出的次级构造。

(2)次级褶皱:只在局部出露,如矿区西部岳家坪组白云岩夹泥岩发生了褶曲,形成次级背斜、向斜,局部地层发生了倒转。次级小褶皱为水平挤压形成的纵弯褶皱,在水沟口组地层中,既有泥岩透镜体,又有泥岩夹薄层硅质岩构造透镜体。

(3)层间褶皱:主要发育于水沟口组与灯影组平行不整合面附近的水沟口组硅质岩夹碳硅质泥岩中。由不整合面及结晶灰岩与泥岩之间的层间滑动形成。震旦系灯影组顶部的厚层白云岩与水沟口组上部的厚层灰岩(泥灰岩)能干性较强,二者之间所夹的碳硅质泥岩及硅质岩能干性较弱。在冷水河—白浪镇向斜形成时,由于不整合面的重新活动,致使能干层之间的软弱层发生了褶皱。由于褶皱规模较小,对含矿地层厚度变化影响不大。

2.2.2　断裂

断裂构造主要位于矿带北部的前寒武系中,对钒矿体影响不大。F_1 断裂总体呈 EW 向,横贯矿区北部,断裂面总体向 S 倾,倾角 60°～70°;断裂切割上震旦统,造成地层的重复与缺失;断裂上盘为上震旦统灯影组,下盘为上震旦统陡山沱组和陡岭岩群。F_2 断裂呈 NW 走向,倾向 SW,倾角 70°,为左行平移断层,将 F_1 断裂错断,断距约 200 m。

3　矿床地质特征

3.1　矿体特征

矿区内共圈定钒矿体 1 条,赋存于下寒武统水沟口组第一段 b 岩性层($\in_1 sg^{1\text{-}b}$)内,含矿岩性主要由深灰色—灰黑色薄层硅质岩夹黑色硅质泥岩组成。矿体由探槽、平硐和钻孔等工程控制。工程控制长度 8.17 km,矿体在平面上呈 EW 向蛇曲形条带状展布。矿体地表出露标高为 464.0～1 054.0 m,钻孔控制矿体见矿最低点标高为−2.60 m,倾向上延深 230.0～560.0 m。矿体产状与地层产状基本一致,倾向一般在 133°～190°;在矿体的西段局部由于地层倒转,倾向为 0°～15°,倾角 33°～78°,呈层状产出。矿体厚度 1.30～24.08 m,平均 11.51 m,厚度变化系数 48%,属厚度变化较稳定型;矿石的品位 $w(V_2O_5)$=0.79%～1.51%,平均 1.02%,品位变化系数 18%,属品位分布均匀型;矿体连续性好,无分支复合现象,仅少数地段有薄层夹石,未发现矿体被断裂破坏的迹象。

3.2　矿石特征

矿石矿物成分以硅质矿物、黏土矿物为主,次为方解石、白云石等,金属矿物较少。硅质矿物以小于 0.01 mm 的隐晶质石英和玉髓为主(约占硅质总量的 80%),次为 0.01～0.02 mm 的微晶质(约占硅质总量的 20%)。黏土矿物主要为高岭石和水云母。地表岩石中常见胶状褐铁矿污染。金属矿物主要有褐铁矿,次为黄铁矿、钒铁矿、铁钒锐钛矿及少量钒云母等。

矿石结构主要为隐晶—微晶结构、变余细粉砂结构,次为粒状、胶状、假晶结构;矿石构造有显微平行—纹层状、互层状(条带状)、结核状、板状构造等。

3.3　矿石类型

矿区内矿体主要由薄层状硅质岩与硅质泥岩夹互层组成。事实上,在赋矿地层内的工业矿体中,有硅质岩集中部位,亦有硅质泥岩集中分布地段,且沿走向既无确切界线,又存在逐渐发生变化的关系,但其中各自不同程度存在着硅质泥岩、硅质岩夹层。因此,该钒矿床的矿石类型应划分为硅质岩夹硅质泥岩型。

3.4　钒的赋存状态

根据陕西省地质矿产研究所对该区钒矿提钒试验研究结果,钒主要以类质同象形式置换 6 次配位的 Al^{3+} 而存在于硅铝酸盐矿物中,其次以吸附状态存在于碳硅泥岩建造的岩石中。

另外,根据电子探针、衍射及物相分析等手段对钒的赋存状态研究发现,该区钒矿石中存在有少量钒的独立矿物,如钒铁矿($w(V_2O_5)$=9.75%～10.16%)、钒钛矿($w(V_2O_5)$=24.26%)。

4　矿床地球化学特征

4.1　岩石化学特征

从表 1 可见,硅质岩以高 SiO_2 为特征,含碳硅质泥岩以 SiO_2 为主,次为 Al_2O_3,BaO。矿石中 BaO 含量较高,通过光薄片鉴定及物相分析发现矿石中

存在重晶石，重晶石是热水沉积的典型产物，说明该矿床与热水沉积作用有关[8-10]。

$n(SiO_2)/n(Al_2O_3)$值是区分岩石物源的重要标志，Taylor，et al 提出的陆壳值中 $n(SiO_2)/n(Al_2O_3)=3.6$[11]，与此比值接近的岩石其物源应以陆源为主，超过此值的则多是由于生物或热水作用的补充。本矿区采集的 2 件硅质岩类样品 $n(SiO_2)/n(Al_2O_3)$值分别为 89.14 和 34.24，平均 61.69；3 件含碳硅质泥岩类样品 $n(SiO_2)/n(Al_2O_3)=7.49\sim32.71$，平均 19.38。两类岩石 $n(SiO_2)/n(Al_2O_3)$值均>3.6，间接表明其物源有大量海水中的热水沉积产物补充。

由于陆源物质富铝，而大洋热水沉积物富铁、锰，因此三者的含量关系可以用于示踪沉积岩的物源。Jewell et al 提出沉积岩中 $n(Al)/n(Al+Fe+Mn)$值>0.5 时，其物源应为陆源，而此比值<0.35 时为热水的注入[12]。矿区所采集 2 件硅质岩类样品 $n(Al)/n(Al+Fe+Mn)$值分别为 0.5 和 0.56，平均 0.53；3 件含碳硅质泥岩类样品的 $n(Al)/n(Al+Fe+Mn)=0.65\sim0.76$，平均 0.72。两类岩石 $n(Al)/n(Al+Fe+Mn)$值均>0.5，其物源应为陆源和海底热水沉积物两者混合组成。

Rangin et al 及 Aitchison et al 提出岩石中 $n(Si)/n(Si+Al+Fe)$值可以提供其物质来源的信息，即此值为 0.9～1 时反映物源主要为生物硅，此值<0.9 时则反映其更接近碎屑物源区[13-14]。矿区 2 件硅质岩类样品 $n(Si)/n(Si+Al+Fe)$值分别为 0.98 和 0.94，平均 0.96；3 件含碳硅质泥岩类样品 $n(Si)/n(Si+Al+Fe)$值 0.83～0.95，平均 0.9。反映出本区沉积物源来自海底热水及近陆源剥蚀区混合。

Murray 用 $n(Al_2O_3)/n(Al_2O_3+Fe_2O_3)$值来确定沉积岩的沉积大地构造环境，$n(Al_2O_3)/n(Al_2O_3+Fe_2O_3)$为 0.6～0.9 时属大陆边缘环境，该值为 0.4～0.7 时属远洋深海环境，为 0.1～0.4 时属洋脊海岭环境[15-16]。矿区 2 件硅质岩类样品 $n(Al_2O_3)/n(Al_2O_3+Fe_2O_3)$值分别为 0.45 和 0.62，平均 0.54；3 件含碳硅质泥岩类样品 $n(Al_2O_3)/n(Al_2O_3+Fe_2O_3)=0.7\sim0.91$，平均 0.81。介于大陆边缘地质背景(0.6～0.9)和深海沉积环境(0.4～0.7)过渡地带的环境，恰为黑色岩系发育的地质背景环境。

离陆较近的大陆坡和边缘海沉积的硅岩，$n(MnO)/n(TiO_2)$比值偏低，一般<0.5，大洋中的硅质沉积物的 $n(MnO)/n(TiO_2)=0.5\sim3.5$。矿区 2 件硅质岩样品 $n(MnO)/n(TiO_2)$值分别为 0.20 和 0.80，平均 0.50，反映该区黑色岩系主要形成于大陆边缘与深海环境过渡带上。

4.2 稀土元素特征

2 件硅质岩样品的 REE 总量最低，分别为 41.918×10^{-6}和 59.773×10^{-6}；3 件含碳硅质泥岩类样品 REE 总量高于硅质岩，介于 $200\times10^{-6}\sim300\times10^{-6}$之间。两类岩石的 LREE/HREE 主要在 1.57～3.07 范围内，$La_N/Yb_N=5.01\sim8.57$，两类岩石均表现为强烈的 LREE 富集型。图 3 为烟城沟钒矿样品的 REE 球粒陨石标准化分布模式[17]，所有样品的 REE 球粒陨石标准化模式均为 LREE 与 HREE 强烈分馏的向右倾斜的图形；并且，硅质岩样品有微弱的 Ce 正异常($\delta(Ce)=1.10$)和明显的 Eu 正异常 ($\delta(Eu)$为 1.97 和 2.47)，含碳硅质泥岩类样品有微弱的 Ce 负异常($\delta(Ce)=0.6\sim0.81$)、明显的 Eu 正异常($\delta(Eu)=2.81\sim6.04$)。

表 1 烟城沟钒矿岩石化学成分及相关参数

Table 1 Petrochemical analysis and related parameters of Yanchenggou vanadium deposit

样品编号	岩石类型	V_2O_5	P_2O_5	SiO_2	Al_2O_3	FeO	Fe_2O_3	MgO	TiO_2	MnO	CaO	K_2O
H1	紫红色硅质岩	< 0.01	0.19	96.27	1.08	< 0.01	1.34	0.10	0.05	0.01	0.29	0.26
H2	含碳硅质岩	0.41	0.23	89.02	2.60	2.15	1.61	0.25	0.05	0.04	0.38	0.30
H3	含碳硅质泥岩	1.30	0.72	78.83	2.41	1.28	0.58	0.52	0.05	0.03	2.53	0.60
H4	含碳硅质泥岩	2.47	0.54	76.84	4.28	1.62	0.43	0.84	0.06	0.07	2.69	0.74
H5	含碳硅质泥岩	0.84	0.14	73.53	9.82	0.50	4.22	0.88	0.40	0.03	0.08	1.20

样品编号	岩石类型	Na_2O	BaO	LOI	$n(SiO_2)/n(Al_2O_3)$	$n(Al_2O_3)/n(Al_2O_3+Fe_2O_3)$	$n(Al)/n(Al+Fe+Mn)$	$n(Si)/n(Si+Al+Fe)$	$n(MnO)/n(TiO_2)$
H1	紫红色硅质岩	< 0.01	< 0.01	0.47	89.14	0.45	0.56	0.98	0.20
H2	含碳硅质岩	0.03	1.12	2.03	34.24	0.62	0.50	0.94	0.80
H3	含碳硅质泥岩	0.10	5.82	5.52	32.71	0.81	0.65	0.95	0.60
H4	含碳硅质泥岩	0.18	3.27	5.84	17.95	0.91	0.74	0.92	1.17
H5	含碳硅质泥岩	0.07	3.31	4.96	7.49	0.70	0.76	0.83	0.08

测试单位：有色金属西北矿产地质测试中心。量的单位：$w_B/\%$。

表 2　烟城沟钒矿稀土元素质量分数及相关参数

Table 2　REE analysis for Yanchenggou vanadium deposit

样品编号	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y
H1	6.46	14.37	1.38	5.53	1.09	1.09	2.46	0.17	0.95	0.20	0.65	0.08	0.63	0.09	6.75
H2	9.54	21.43	2.12	8.53	1.64	1.81	3.00	0.26	1.35	0.27	0.82	0.11	0.75	0.12	8.03
H3	35.99	57.01	7.01	28.06	5.22	12.39	7.51	0.86	4.92	1.11	3.32	0.44	2.84	0.41	41.18
H4	45.62	55.03	9.55	38.99	6.74	10.14	8.63	1.11	6.85	1.63	5.30	0.72	4.51	0.67	59.14
H5	43.48	67.20	9.81	41.17	8.40	9.64	12.98	1.56	9.59	2.16	6.65	0.91	5.86	0.87	74.00

样品编号	LREE	HREE	ΣREE	LREE/HREE	δ(Eu)	δ(Ce)	La_N/Yb_N
H1	29.93	11.99	41.92	2.50	1.97	1.11	6.87
H2	45.07	14.71	59.77	3.07	2.47	1.10	8.57
H3	145.68	62.58	208.26	2.33	6.04	0.81	8.56
H4	166.07	88.54	254.61	1.88	4.07	0.60	6.83
H5	179.70	114.57	294.27	1.57	2.81	0.75	5.01

测试单位:国土资源部成矿作用及其动力学开放研究实验室;测试仪器:电感耦合等离子体质谱仪。量的单位:$w_B/10^{-6}$。

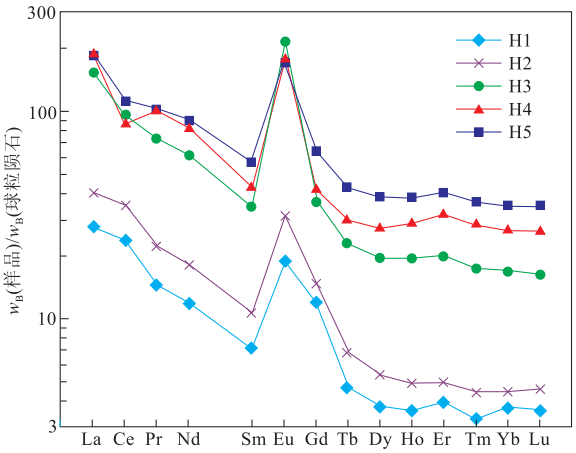

图 3　烟城沟钒矿稀土元素分配模式

Fig. 3　Chondrite-normalized REE patterns of Yanchenggou vanadium deposit

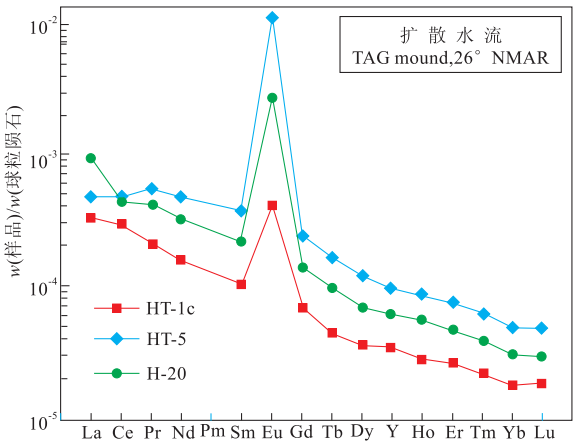

图 4　热水流体稀土元素分配模式

Fig. 4　Chondrite-normalized REE Patterns of hydrothermal fluids

EPR 和 MAR 热水活动区的研究表明,喷流流体相对海水而言富集 REE,且更为富集 LREE。在 MAR 中,喷流流体相对于海水分别富集了 50～100 倍的 LREE 和 5～30 倍的 HREE[17]。Bau et al 研究了 MAR 热水活动区的稀土元素,得出了球粒陨石标准化的 Eu 正异常曲线(图 4)[18-19]。烟城沟钒矿 5 件样品的稀土元素特征与热水流体的稀土元素特征相似,说明该矿床与热水活动有关。

5　结论

(1)商南县烟城沟钒矿产于南秦岭下寒武统水沟口组的黑色岩系中。矿体形态简单,与地层产状一致,严格受层位控制,矿体沿走向、倾向的品位、厚度较稳定。矿体受后期构造影响较小。钒矿石类型为硅质岩夹硅质泥岩型。矿石矿物主要为隐晶质石英、玉髓以及高岭石、水云母等黏土矿物。钒主要以类质同象形式和吸附状态存在于碳硅泥岩建造的岩石中。

(2)对钒矿石的岩石化学特征研究表明,烟城沟钒矿形成于大陆边缘与深海环境的过渡带中,其沉积物源来自海底热水及近陆源剥蚀区混合。这与该矿床在早寒武世时位于扬子陆块北部被动大陆边缘的区域构造背景相一致。

(3)矿石的稀土元素分配模式为“右倾”的轻稀土富集型,且具有明显的 Eu 正异常,与热水流体的稀土元素特征相似,表明该钒矿床与海底热水活动有关。

参考文献:

[1]　任涛,樊忠平,原莲肖,等. 南秦岭东段早寒武世黑色岩系金钒

成矿特征与找矿方向[J]. 西北地质,2007,40(2):85-94.

[2] 张国伟,张本仁,袁学诚,等. 秦岭造山带与大陆动力学[M]. 北京:科学技术出版社,2001:1-855.

[3] 张国伟,孟庆任,于在平,等. 秦岭造山带的造山过程及其动力学特征[J]. 中国科学:D 辑,1996,26(3):193-200.

[4] 张国伟,董云鹏,姚安平. 造山带与造山作用及其研究的新起点[J]. 西北地质,2001,34(1):1-9.

[5] 周鼎武,张成立,韩松,等. 东秦岭早古生代两条不同构造:岩浆杂岩带的形成构造环境[J]. 岩石学报,1995,11(2):115-126.

[6] 任涛. 陕西山阳夏家店金(钒)矿床地质特征及找矿前景分析[J]. 西北金属矿产地质,2001(26/27):82-85.

[7] 朱华平,叶磊,甘宝新,等. 山柞镇旬地区盆地体制与金属成矿关系[J]. 西北地质,2003,36(1):52-58.

[8] Rona P A,Scott P D. A Special Issue on Sea-floor Hydrothermal Mineralization: New Perspectives, Preface[J]. Economic Geology,1993,88:1935-1975.

[9] Hekinian R,Hoffert M,Larque P,et al. Hydrothermal Fe and Si Oxyhydroxide Deposits from South Pacific Intraplate Volcanoes and East Pacific Rise Axial and Off-axial Regions[J]. Economic Geology,1993,88:2099-2121.

[10] Jewell P W. Paleoredox Conditions and the Origin of Bedded Barites Along the Late Devonian North American Continental Margin[J]. The Journal of Geology,1994,102:151-164.

[11] Taylor S R. Mclenan S M. The Coutinental Crust: Its Composition and Evolution[M]. Blackwell Scientific Publication, Oxford. 1985:1-312.

[12] Jewell P W,Stallard R F. Geochemistry and paleoceanographic setting of central Nevada bedded barites[J]. Jour of Geology,1991,99:151-170.

[13] Rangin C,Steinberg M, Bonnot-Courtois C. Geochemistry of the Mesozoic bedded chert Baja California (Vizcano-Cedros-San Benito): implications for paleogeographic reconstruction of an old oceanic basin[J]. Earth and Planetary Science Letter,1981,54:313-322.

[14] Aitchison J C,Flood P G. Geochemical constrains on the depositional setting of Palaeozoic cherts from the New England orogen, NSW, eastern Australia[J]. Marine Geology,1990, 94:79-95.

[15] Murray R W. Rare earth elements as indicators of different marine depositional environment in chert and shale[J]. Geology,1990,18:268-271.

[16] Murray R W. Chemical criteria to identify the depositional environment of chert: general principal and applications[J]. Sedimentary Geology,1994,90(3/4):213-232.

[17] Klinkhammer G, Elderfield H, Hudson A. Rare earth elements in seawater near hydrothermal vent[J]. Nature,1983, 305:185-188.

[18] Bau M,Moller P,Dulski P. Yttrium and lanthanides in eastern Mediterranean seawater and their fraction during redox-cycling[J]. Marine Chemistry,1996,56(19):1-2.

[19] Bau M,Dulski P. Comparing yttrium and rare earths in hydrothermal fluids from the Mid-Atlantic Ridge: implications for Y and REE behaviour during near-vent mixing and for the Y/Ho ratio of Proterozoic seawater[J]. Chemical Geology, 1999,155:77-90.

Geological and geochemical characteristics of Yanchenggou V deposit in Shangnan county, Shaanxi province

LI Sai-sai[1,2], WEI Gang-feng[1,2], LI Xiao-bing[1,2], WU Xue-heng[1,2]

(1. *School of Earth Sciences and Resources, Chang'an University, Xi'an* 710054, *China*;
2. *Key Laboratory of Western Mineral Resource and Geological Engineering of Ministry of Education, Chang'an University, Xi'an* 710054, *China*)

Abstract: Based on geological survey, petrology, lithogeochemistry, geochemistry of REE, this paper summarizes the geological backgroud and characteristics of Yanchenggou V deposit, and studies its geochemical characteristics. The deposit occurs in black rock series of Lower Precambrian Shuigoukou formation in southern Qinling area and is strictly controlled by stratigraphic horizon.. The ore-hosted rock is silicalite intercalated with argilaceous rock. The geochemical characteristics imply its position at transitional zone between continental margin and deep-sea environment, and relation with the submarine hydrothermal fluids.

Key Words: southern Qinling; Lower Cambrian series; black rock series; V ore deposit; Shaanxi province