

陕西山阳中村钒矿地质特征及富集规律

张卫敏^{1,2}, 胡近平³,

(1. 中国地质大学, 湖北 武汉 430074; 2. 西北有色地质勘查局地质勘查院七一三分院, 陕西 商洛 726000; 3. 陕西五洲矿业有限公司中村钒矿, 陕西 山阳 726400)

摘要: 陕西山阳中村钒矿带东自丹凤县竹林关石槽沟, 西至山阳县洛峪乡苏峪沟, 全长 30 km, 南北宽 50~100 m, 预计 V_2O_5 总储量约为 297 万 t。中村钒矿位于该钒矿带中西部, 为一个典型的沉积型矿床, 其矿体主要产于寒武系水沟口组中, 矿体呈现厚度大, 延伸长, 分布较为均匀的特点。钒矿床的富集规律与钒矿床的成因有较大关系, 钒元素的赋存状态多以类质同像形式存在于黏土类矿物中。

关键词: 中村钒矿成矿带; 中村钒矿床; 地质特征; 钒富集特征

中图分类号: P618.61 **文献标识码:** A

钒在自然界分布很广, 矿源种类很多, 但多呈分散状态, 常与其他元素伴生, 富集成工业矿床的很少, 一般矿石含钒品位很低。因此钒的生产并不是以钒矿石为主要来源, 而是作为铁、铀、磷及其他产品的副产品得以回收。目前, 世界上钒矿的储存在生产和能力南非排名第一, 俄罗斯第二, 中国第三。国内钒矿总保有储量 V_2O_5 2 596 万 t, 钒矿主要产于岩浆型钒钛磁铁矿床之中, 作为伴生矿产出; 以独立矿床产出看主要为寒武纪的黑色页岩型钒矿。陕西山阳中村钒矿即位于现今我国规模较大的独立钒矿型中村钒矿带之上, 其赋矿围岩即为寒武纪水沟口组。

1 区域地质概况

矿区区域上(图1)位于武当隆起西北缘, 镇板断裂两侧, 中村金钒成矿带中西端, 大地构造位置属南秦岭印支褶皱带(II级单元), 耀岭河复式背斜南翼, 区域构造线呈近东西向展布, 前寒武纪基底

构造层和早古生代构造层组成倒转褶皱组合, 晚古生代构造层组成复式向斜。断裂构造以近东西向的镇板断裂为主, 次级派生断裂发育。加里东期—印支期中酸性岩体及脉岩沿深大断裂成群成带分布, 如板板山、豆腐尖岩体等。区内岩石经受了不同程度的中浅变质作用, 以绿片岩相变质岩为主。区域金属矿产主要为金、银、钒、铜等。

中村钒矿带东自丹凤县竹林关石槽沟, 西至洛峪乡苏峪沟, 全长 30 km, 南北宽 50~100 m, V_2O_5 总资源储量约为 297 万 t。中村钒矿为其中较大的一个大型矿床。

2 矿床地质特征

2.1 矿区地质

矿区露出地层从下而上为寒武系下统水沟口组(C_{1sg})及震旦系上统灯影组上段地层(Z_2dn^3)。赋矿层位为水沟口组(C_{1sg})。水沟口组按沉积旋回和岩性组合又划分为3个岩性段: 下段(C_{1sg}^1)为硅

收稿日期: 2007-01-25; 修回日期: 2007-04-25

基金项目: 西北有色地质勘查局科研项目资助

作者简介: 张卫敏(1965-), 男, 高级工程师, 在读硕士, 长期从事野外地质勘查工作。通讯地址: 726000, 商洛市东关11号, 西北有色地质勘查局713总队; 电话: 0914-2313967; Email: zwm dky@126.com。

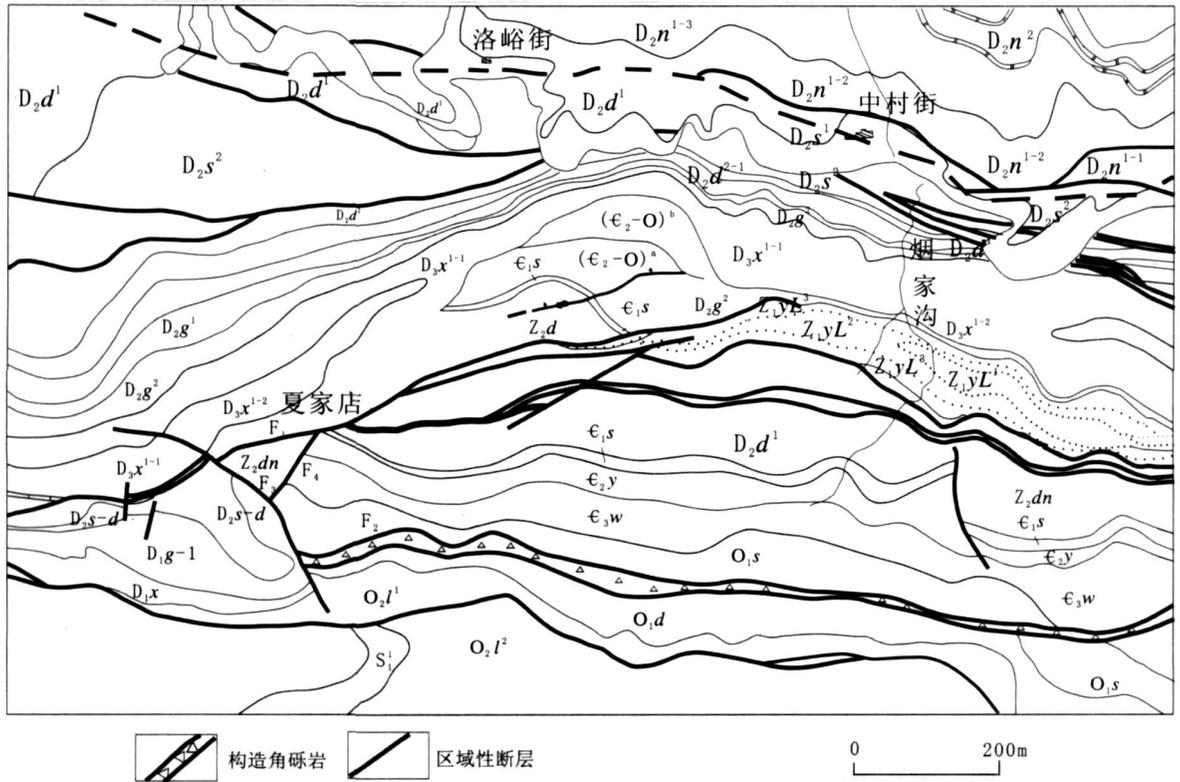


图1 山阳中村钒矿区域地质图

Fig. 1 Regional geological map of Zhongcun vanadium deposit, Shanyang

质岩、碳质黏土岩，含磷结核和钒矿；中段(C_{15g}^2)系中厚层微晶砾屑灰岩、薄层微晶灰岩；上段(C_{15g}^3)为浅灰至黑灰色微晶白云质灰岩夹薄层泥质灰岩；底部为泥质灰岩、白云岩。矿区基本构造形态为一单斜层(图2)。

断裂不发育，次级褶曲较发育。岩层总体走向与区域构造线基本一致，近东西向，因受南北向应力作用，使本区地层北倾($48^\circ \sim 55^\circ$)向南倒转，构成烟家沟和正沟脑倒转背斜和向斜。

2.2 矿区地球化学特征

对矿区采集的基岩光谱样分析对比发现：元素较富集的地段是该矿床的整个含矿层($C_{15g}^{1-1} - C_{15g}^{1-4}$)。元素为Cu、Zn、Ni、Cr、V、 P_2O_5 、Ag等，它们在含矿层中普遍高于顶底板碳酸盐岩，并且密切共生，呈正相关关系。对其中的Cu元素进行统计、计算，求得背景值为 12×10^{-6} ，标准离差为

8.7×10^{-6} ，异常下限为 30×10^{-6} ，以此同钒矿层中的Cu元素进行对比，一般超出异常下限2~5倍，个别高达16倍。同时把Cu、Zn、Ni、Cr、V、Ag等诸元素在含矿层中的含量与克拉克值及在沉积岩中的平均含量对比(表1)，多数未超出其范围。因此，这些元素除与钒有共生关系外，难形成较大面积的异常。

通过元素对比，钒及其共生元素Cu、Ag、 P_2O_5 等的富集规律是由含矿层中部(薄层硅质岩及过渡层)向两侧逐渐减弱。

上述规律与已圈定的钒矿体的赋存规律较为一致。

2.3 矿体形态、产状及规模

矿床内共圈矿体3个(图3)。主要分布于过渡层(C_{15g}^{1-3})及其上下层(C_{15g}^{1-2} 、 C_{15g}^{1-4})部位。其中I号矿体为主要工业矿体，其余两个矿体现阶段尚无法利用。



图 2 综合地层柱状剖面图

Fig. 2 Section map of stratigraphic column

表 1 中村钒矿部份元素光谱样结果统计表

Tab. 1 Statistic of spectrum assay result of some elements in Zhongcun V deposit

元 素	Cu	Ni	Zn	Cr	V	Ag	P ₂ O ₅
在沉积岩中的平均含量 (%)	0.057	0.095	0.08	0.16	0.13	0.009	
在含矿层内的含量 (%)	0.01	0.08	0.05	0.02	0.015	0.000 1	
57 线 (×10 ⁻⁶)	60~ 500 平均 183	30~ 150	300~ 500	200~ 1 000	100~ 4 000	0.6~ 8.0	1 000~ 4 000
61 线 (×10 ⁻⁶)	40~ 70 平均 55	20~ 100	30~ 400	200~ 3 000	400~ 1 500	1.5~ 2.0	1 000~ 1 500
65 线 (×10 ⁻⁶)	30~ 150	20~ 300 平均 150	50~ 500	300~ 2000	100~ 10 000	0.4~ 7.0	1 000~ 2 000
69 线 (×10 ⁻⁶)	40~ 300 平均 120	30~ 200	30~ 400	150~ 600	150~ 5 000	0.7~ 10.0	1 000~ 3 000
53 线 (×10 ⁻⁶)	200~ 300 平均 233	40~ 60	30~ 200	1 500~ 2 000	1 500~ 2 500	0.7~ 3.0	1 000~ 1 500

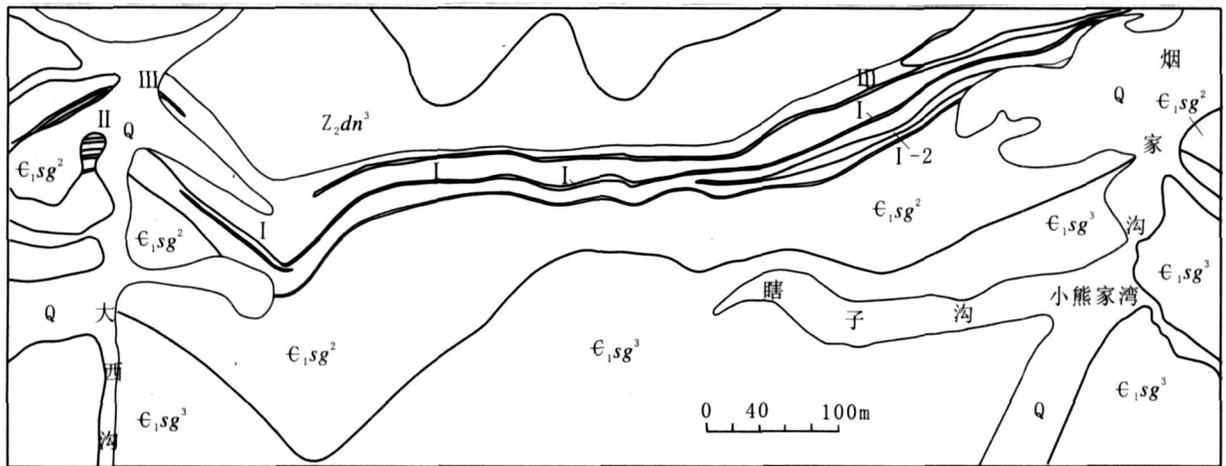


图3 山阳中村钒矿烟家沟段地质简图

Fig. 3 Sketch geologic map of Zhongcun V deposit in Yanjiagu

Q. 第四系; C_{1sg^3} . 水沟口组上段; C_{1sg^2} . 水沟口组中段; C_{1sg^1} . 水沟口组下段; Z_2dn^3 . 震旦系上统 I、II、III 矿体位置及编号

I号矿体: 产于过渡层部位 ($C_{1sg^{1-3}}$) 及其上下层 ($C_{1sg^{1-2}}$ 、 $C_{1sg^{1-4}}$), 含矿岩性为碳质黏土岩和薄层硅质岩。矿体形态呈层状, 矿体长度 $n \times 10^3$ m, 厚度 $n \sim n \times 10$ m, 平均厚度 mm, 厚度变化系数 44.8%。矿体 V_2O_5 含量一般 $n \times 10^{-1} \sim n\%$, 最高品位 $n \times 10\%$, 平均品位 $n\%$, 品位变化系数 21.8%。矿体沿倾向和走向厚度、品位均较为稳定。矿体走向 $90^\circ \sim 110^\circ$; 倾向北。矿体下部与碳质黏土岩接触界线基本清楚。

2.4 矿石特征

2.4.1 矿石的自然类型及结构构造

矿石分为硅质岩型钒矿石、碳质黏土岩型钒矿石、硅质碳质黏土岩型钒矿石 3 种。

(1) 碳质黏土岩型钒矿石: 又细分为含藻类化石炭质粉砂质高岭石黏土岩型矿石、碳质高岭石黏土岩型矿石及碳质水云母黏土岩型矿石。其中, 含藻类化石炭质粉砂质高岭石黏土岩型矿石具粉砂质结构及藻屑结构, 矿物主要为高岭石, 次为碳质、水云母, 还有藻类化石及粉砂质。藻类化石呈球粒状, 部分球粒具放射状结构。粉砂粒很细, 主要矿物成分为石英。另外, 岩石还有一定的磷结核, 为胶磷矿; 碳质高岭石黏土岩型矿石呈隐晶—泥质结构, 主要由细小高岭石组成, 少量水云母分布于高岭石

内, 另外黄铁矿、石英呈浸染状散布于岩石内, 石膏呈条带状集合体存在; 碳质水云母黏土岩型矿石呈磷片状结构, 主要由水云母组成, 高岭石与其共生, 碳质微粒分散于高岭石、水云母中。

(2) 硅质岩型钒矿石: 由硅质岩夹薄层黏土岩组成。硅质岩呈隐晶微粒结构, 以石英为主, 其间分散有水云母, 黄铁矿等; 微薄层黏土岩主要为隐晶质高岭石组成。

(3) 硅质、碳质黏土岩型钒矿石: 由硅质岩与碳质黏土岩互层组成, 矿石兼碳质黏土岩型和硅质岩型矿石特征。

2.4.2 矿石物质成分

矿石化学分析及矿石金属元素化学分析见表 2、3、1。从表中可看出, 富矿石铝高、钾高, 钙低; 贫矿石铝、钾低, 而钙高, 表明钒与钾铝有关, 并呈正相关变化。

矿石矿物成分 (表 4)。硅质岩型矿石: 由硅质岩、黏土岩两部分组成, 其成分主要为石英, 次为黏土矿物 (水云母、高岭石), 二者密切共生。石英多呈微粒状, 粒径小于 0.02 mm; 高岭石呈针状, 粒径小于 0.03 mm; 水云母 (伊利石等) 粒径小于 0.03 mm。

表 2 矿石微量元素化学分析结果表

(%)

Tab. 2 A assay results of micro-elements in the ore

矿石类型	V ₂ O ₅	Cu	Zn	Ni	As	Ga	Mn	S
硅质岩型	0.69	0.024	0.027	0.016	0.25	0.001	0.039	0.045
碳质岩型	1.51	0.013	0.005	0.02	0.05	0.0015	0.006	2.51

表 3 矿石氧化物化学分析结果表

(%)

Tab. 3 A assay results of oxide in the ore

(%)

矿石类型	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	灼烧
硅质岩型	87.42	1.83	1.24	0.54	0.01	2.09	0.209	0.74	0.30	4.42
碳质岩型	64.08	6.66	0.44	0.59	0.08	4.35	0.534	0.22	3.05	16.19

碳质黏土岩型矿石: 由黏土矿物组成 (占 74%), 主要为水云母、高岭石及碳质 (15%) 等, 碳质呈尘埃状分散于水云母、高岭石之中。

表 4 可见, 硅质岩型钒矿石, 成分复杂, 碳质黏土岩型钒矿石成分简单。从出现大量黄铁矿矿物看, 表明当时沉积处于还原环境。

表 4 钒矿矿石矿物共生组合关系

Tab. 4 The communed relationship of ore mineral in V deposit

类型		硅质岩类型	碳质黏土岩类型	硅质碳质黏土岩类型
特征	主要	石英 75% ~ 95%	主要为高岭石, 次为水云母、碳质	同左
	次要	碳质、黄铁矿、锰质、金红石、白钛石、钛铁矿、电气石	黄铁矿、石英、重晶石、长石、石膏	同左
	微量	锆石、绿帘石、帘石、白云石、石榴石、普通角闪石、黑云母、辉石、透闪石、钛磁铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿、黏土矿物 (水云母、高岭石)	磁铁矿、磁黄铁矿、钛铁矿、石榴石	同左

2.4.3 钒的赋存状态

钒与岩性的关系: 根据主矿体含矿岩石的宏观统计, 矿体上部硅质岩占 61%, 黏土岩占 39%, V₂O₅ 含量 0.91%; 矿体下部硅质岩占 44%, 黏土岩占 56%, V₂O₅ 含量 1.16%。由此可见钒与黏土岩有关, 而且钒含量与黏土岩的分布频率有关。但在纯黏土岩中 V₂O₅ 含量很低, 主要原因可能是岩石中高岭石、水云母矿物含量低所造成。对硅质岩夹黏土岩型矿石分别做化学分析表明, 黏土岩中 V₂O₅ 含量 1.77%, 明显高于全岩中 V₂O₅ 含量 0.72%。占分配率的 75.2%, 而硅质岩仅占 24.8%, 也说明钒与黏土岩有关。

矿石溶解试验也表明钒的赋存状态与黏土岩有关, 钒主要以类质同象状态存在于水云母及高岭石中。

3 矿床成因及富集规律

3.1 矿床成因

本区钒矿床为浅海相沉积层状矿床, 属同生沉积成因。在震旦系与寒武系平行不整合接触带风化壳上采集基岩光谱样分析结果是: V $400 \times 10^{-6} \sim 500 \times 10^{-6}$, 共生或伴生有 Cu $150 \times 10^{-6} \sim 1500 \times 10^{-6}$ 、Zn 1500×10^{-6} 、Ni 150×10^{-6} 、Cr 150×10^{-6} 。说明震旦系地层有钒的物质存在, 经风化剥蚀后, 为本区海湾提供极为丰富的物源。

震旦纪晚期, 地壳上升为陆地, 岩石遭受风化剥蚀, 到寒武纪地壳重新下降, 发生海浸, 在深水静盆地中繁殖了大量的菌藻微体浮游动植物, 它们摄取海水中的微量钒、磷元素, 因环境的改变, 造成动植物的死亡, 其遗体、陆屑 (硅质、泥质) 一

起沉入海底,造成植物的堆积,由于厌氧细菌的作用,生物残骸腐解,形成较强的还原而富 H_2S 的海底环境,促使金属元素钒的沉淀富集,在长期的地质作用下,使钒活化转移,富集成矿。

3.2 钒矿富集规律

据前所述,本区为一套浅海相含有有机质的细粒沉积岩系,据岩性组合表现出海浸至海退的完整的沉积旋回,具体可分为3个小旋回。第一旋回代表海浸,从硅质岩标志层开始,岩石粒度变粗,常有砂岩团粒、团块,反映出较为动荡的沉积(陆源)环境;而后泥质条纹、条带增多,粒度变细。第三旋回表现为海退趋势,由黏土岩组成,夹薄层灰岩。第二旋回处于两者之间,呈过渡旋回,由硅质岩及黏土岩互层组成。

钒在岩系中富集规律为:

矿化具对称性,含矿层共分5层即 C_{1sg}^{1-1} 、 C_{1sg}^{1-2} 、 C_{1sg}^{1-3} 、 C_{1sg}^{1-4} 、 C_{1sg}^{1-5} ,第三层(C_{1sg}^{1-3})过渡层为中心向上下两侧由富变贫,呈一塔形。以沉积韵律看,富矿中心处于海进与海退旋回交替阶段,地壳相对稳定阶段,而在海浸和海退的不稳定阶段,多为贫矿沉积。

含钒地层中磷结核大小、多少是衡量矿石贫富的主要标志。如第一旋回由下向上,第三旋回由上而下,磷结核由少变多,由小变大。因此,形成了第一旋回顶部、第三旋回底部,包括第二旋回在内的规模最大的工业矿体。

在矿层内随着黏土质岩出现的频数增加,钒矿变富。

碳质岩中分布有黄铁矿、重晶石、石膏等矿物,标志着岩层在封闭还原环境下沉积。从化学成份看,富矿内铝钾高、钙低,贫矿内铝钾低、钙高,说明钒与含铝钾的矿物也有一定的正相关。

钒无独立矿物。经化验 V_2O_5 75%存在于黏土岩中;电溶试验证实在碳质黏土岩中 V_2O_5 74.17%以类质同象存在于水云母中,这是因为 V^{+3} 离子和 Al^{+3} 离子相近置换有关;硅质型黏土岩中 V_2O_5 66.38%以吸附状态存在,这是因为 V^{+5} 最易被黏土岩吸附所致。对含钒碳质黏土岩进行富集碳分析,结果表明钒的富集与碳质含量高低无明显的共生关系。

3.3 中村钒矿矿床找矿潜力评价

矿区近年的生产情况表明,矿体在走向及倾向上均较为稳定。目前,区内矿体最低控制标高约1 000 m,说明在1 000 m以上矿体仍较为稳定。从1 080 m中段坑道分析,矿体在厚度上有所增加,达 $n \times 10$ m,从而可判断矿体向深部应有较大的延伸,初步认为该矿在深部900 m以上预测的资源储量是较为合理的。初步估算可获 V_2O_5 资源储量 $n \times 10$ 万t;矿石可靠程度按50%计算,预计可延长矿山服务年限47年;矿石的综合回收率按50%计算, V_2O_5 单价按18万元/t计,潜在价值为 $n \times 10$ 亿元。

4 结论

综上所述,中村钒矿床具有下列地质特征:

矿体规模为大型,中村钒矿床主要矿体I号矿体规模长达 $n \times 103$ m,沿倾向延伸大于500 m。

矿体形态复杂程度为简单。矿体以层状、似层状产出;分枝复合少,夹石仅局部少量出现。

构造复杂程度为简单。主要矿体I号矿体产状稳定,呈单斜产出,没有较大断层或岩脉穿插。

矿床有用组分分布程度为均匀。矿化连续,品位分布均匀,I号矿体品位变化系数为21.8%;品位变化曲线为平滑型,其相邻品位绝对差值 $< 5\%$ 。

中村钒矿带成矿特征明显,其赋矿层位标志较为清晰。

中村钒矿为浅海相沉积层状矿床,属同生沉积成因,钒的富集与相应的层位有关。钒矿物多以类质同象或吸附状态存在于矿石矿物中。

可推断其矿层深部仍存在着较大的资源潜力。

致谢:成文过程中参阅和引用了原陕西地矿局十三队报告中的许多资料,在此对原编著者表示最诚挚的谢意。

参考文献 (References):

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

- 姚书振, 周宗桂, 吕新彪, 陈守余, 丁振举, 王苹, 等. 秦岭成矿特征和找矿方向 [J]. 西北地质, 2006, 39 (2): 156-178.
- 宋小文, 侯满堂, 陈如意, 等. 陕西省成矿区 (带) 的划分 [J]. 西北地质, 2004, 37 (3): 29-42.
- 姚书振, 丁振举, 周宗桂, 等. 秦岭造山带金属成矿系统 [J]. 矿床地质, 2002, 21 (S): 519-522.
- 张本仁, 陈德兴, 等. 陕西柞水—山阳成矿带区域地球化学 [M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1989.
- 许志琴. 东秦岭复合山链的形成—变形、演化及板块动力学 [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1988.
- 王相, 等. 秦岭造山与金属成矿 [M]. 北京: 冶金工业出版社, 1996.
- 张国伟, 张本仁, 袁学诚, 等. 秦岭造山带与大陆动力学 [M]. 北京: 科学出版社, 2001. 432-437.
- 张国伟, 张宗清, 董云鹏, 等. 秦岭造山带主要构造岩石地层单元的构造性质及其大地构造意义 [J]. 岩石学报, 1995, 11 (2): 101-114.
- 夏林圻, 夏祖春, 徐学义. 南秦岭中新元古代火山岩性质与前寒武纪大陆裂解 [J]. 中国科学 (D 辑), 1996, 26 (3): 237-243.
- 周鼎武, 张成立, 韩松, 等. 东秦岭早古生代两条不同构造-岩杂岩带的形成构造环境 [J]. 岩石学报, 1995, 11 (2): 115-126.
- 胡宁, 熊成云, 谢才富, 等. 陕西山柞旬地区泥盆纪沉积相古地理研究 [J]. 华南地质与矿产, 2001, 1: 48-52.
- ZHU Huaping, YE Le, GAN Baoxin et al. The relationship to basin constructure system with metallgenic in Shan (yang) -Zha (shui) -Zhen (an) -Xun (yang) area [J]. Northwestern Geology, 2003, 36 (1): 52-58.
- YAO Shuzhen, ZHOU Zonggui, LU Xinbiao et al. Mineralization characteristics and prospecting potential in the Qinling metallogenic belt [J]. Northwestern Geology, 2006, 39 (2): 156-178.
- SONG Xiaowen, HOU Mantang, CHEN Ruyi. Division of Shaanxi metallogenic province (belt) [J]. Northwestern Geology, 2004, 37 (3): 29-42.
- YAO Shuzhen, DING Zhenju, ZHOU Zonggui, et al. Metal tectonic Setting and Ore-Forming System of Copper and Polymetal Ore Deposits in Bikou Block [J]. Mineral Deposits, 2002, 21 (S): 519-522.
- ZHANG Benren, CHEN Dexin, et al. Regional Geochemistry for Zhashui-Shanyang Mineralization Belt in Shaanxi Province [M]. CHINA University of Geoscience Press, Wuhan, 1989 (in Chinese).
- XU Zhiqin. Complex Mountain Chain of East Qinling: Formed-Transformed Developed and Continental Plate Dynamics [M]. China Environment Science Press, Beijing, 1988 (in Chinese).
- WANG Xiang, et al. Qinling orogeny and metallogenesis [M]. Metallurgical Industry Press, Beijing, 1996.
- ZHANG Guowei, ZHANG Benren, YUAN Xuechen, et al. Qinling Orogenic Belt and Continental Dynamics [M]. Science Press, Beijing, 2001. 432-437 (in Chinese).
- ZHANG Guowei, ZHANG Zhongqing, DONG Yunpeng. Nature of main tectonics lithostratigraphical units of Qinling orogen: implication for Qinling tectonics evolution [J]. Acta Petrologica Sinica, 1995, 11 (2): 101-114.
- XIA Linqi, XIA Zoucun, XU Xueyi. Mid-Proterozoic volcanic attribute of South Qinling and Precambrian continent cracking [J]. Science in China (series D), 1996, 26 (3): 237-243.
- ZHOU Dingwu, ZHANG Chengli, HAN Shong et al. Tectonic settings on two different tectonomagmatic complex of eastern Qinling in Early Paleozoic [J]. Acta Petrologica Sinica. 1995, 11 (2): 115-126.
- HU Ning, XIONG Chenyun, XIE Caifu et al. Study on Devonian sedimentary facies and paleo-geography in Shan (yang) -Zha (shui) -Xun (yang) area of Shaanxi province [J]. Geology and Mineral Resources of South China, 2001, 1: 48-52.

Geological Characteristics and Vanadium Enrichment of the Zhongcun Vanadium Deposit, Shanyang County, Shaanxi Province

ZHANG Weimin, HU Jinping

(1. *College of Resources, China University of Geology (Wuhan), Wuhan 430074, China*; 2. *No. 713 Team of Northwest China Bureau of Geological Exploration for Nonferrous Metals, Shangluo 726000, China*; 3. *Wuzhou Mine Limited Co., Shanyang 726400, China*)

Abstract: The Zhongcun vanadium mineralization zone located in Shanyang county, Shaanxi province, stretches from the Shicaogou valley in Zoulinguan town of the Danfeng county in the east to the Suyugou valley in Luoyu town, Shanyang county in the west in about 30 km long and 50~100 m wide. The total resource reserve of predicted V_2O_5 is about 2.97 million tons. The Zhongcun vanadium deposit in the middle-western portion of the zone is a typical sedimentary ore deposit. The orebodies occurred in the Cambrian Shuigoukou formation. The orebodies are characterized with a great thickness and long extension and even distribution. There is a rather important relationship between the enrichment processes and the genesis of the deposit. The occurrence of V element is in isomorphous substitution in clay minerals.

Key words: Zhongcun vanadium mineralization zone; Zhongcun vanadium deposit; geological characteristics; vanadium enrichment characteristics