第24卷第3期 2015年6月 Vol. 24 No. 3

Jun. 2015

文章编号:1671-1947(2015)03-0233-05

中图分类号 P618.61

文献标志码 :A

# 河南省淅川县田川钒矿床地质特征及成因研究

刘亚南1李建全1李中锋1欧阳兆灼2梁凌霄1

1.河南省地质矿产勘查开发局第四地质勘查院,河南郑州450001;
2.中国地质调查局沈阳地质调查中心(沈阳地质矿产研究所) 辽宁沈阳110034

摘 要:东秦岭造山带南支下寒武统水沟口组底部的一套黑色岩系组成本区钒矿带,钒矿床严格受控于地层,淅川县田川钒矿床位于 荆紫关–师岗复向斜南翼,矿石类型为硅质岩型、泥岩型及硅质岩夹薄层泥岩混合型,矿床成因是深海至浅海相沉积碳酸盐相层状沉 积与海底热液的耦合作用所致.

关键词 地质特征 浙床成因 沉积层控 钒矿床 河南省

DOI:10.13686/j.cnki.dzyzy.2015.03.011

# GEOLOGY AND GENESIS OF THE TIANCHUAN VANADIUM DEPOSIT IN XICHUAN COUNTY, HENAN PROVINCE

LIU Ya-nan, LI Jian-quan, LI Zhong-feng, OUYANG Zhao-zhuo, LIANG Ling-xiao

No. 4 Geological Exploration Institute, Henan Bureau of Geology and Mineral Exploration, Zhengzhou 450001, China;
Shenyang Institute of Geology and Mineral Resources, CGS, Shenyang 110034, China

**Abstract** : The Tianchuan vanadium deposit in Xichuan County of Henan Province, located in the south limb of Jingziguan-Shigang synclinorium, is strictly controlled by the black rock series at the bottom of Lower Cambrian Shuigoukou Formation in southern branch of Eastern Qinling orogenic belt. The ore types involve siliceous rock, mudstone and siliceous rock mixed with thin-layer mudstone. The deposit genesis is the coupling of deep sea-neritic facies sedimentary carbonate bedded deposition and submarine hydrothermal solution.

Key words : geological characteristic; deposit genesis; sedimentary stratabound; vanadium deposit; Henan Province

# 1 区域地质背景

淅川县田川钒矿床位于河南省淅川县南部约20km, 大地构造位于东秦岭造山带东段南支,紧邻扬子地块 北缘,荆紫关-师岗复向斜的南翼<sup>[1-2]</sup>(图1).

以北西西向淅川断裂带为界,位于断裂带南部的 盖层出露地层有震旦系陡山沱组(Z<sub>2</sub>d)、灯影组(Z<sub>2</sub>dn) 和寒武—石炭系等.陡山沱组为一套浅海斜坡相沉积 建造.灯影组具有海侵到海退的沉积旋回特征.寒武— 石炭系为—套浅海相沉积地层,岩性为碳酸盐岩类夹 细碎屑岩及火山碎屑岩等.区域上钒矿赋存于下寒武 统水沟口组底部硅质岩和泥岩组成的黑色岩系中<sup>[3]</sup>. 荆紫关-师岗复向斜组成本区主控构造格架;主体 褶皱由荆紫关-师岗复向斜及两翼的一系列次级小褶 皱组成,褶皱总体走向北西西,为一向西低角度翘起的 开阔近直立复式向斜构造.

侵入岩主要分布在淅川断裂带以北地区,主要有 元古宙二长花岗岩和石英闪长岩类,以及燕山晚期斑 岩、爆破角砾岩小岩体等.

2 矿区地质

2.1 地层

矿区地层主要出露有:震旦系上统灯影组(Z2dn),

收稿日期 2014-08-12 ,修回日期 2014-09-20. 编辑 :李兰英.

基金项目 河南省国土资源厅地质勘查基金项目"河南省淅川县田川矿区钒矿普查"(地勘[2013]).

作者简介:刘亚南(1972—),男 地质矿产高级工程师,从事水工环、地质勘查工作,通信地址河南省郑州市高新技术开发区科学大道81号地质科技 大厦1221室, E-mail//375159702@qq.com



### 图1 区域地质构造略图

#### Fig. 1 Regional geological and structural sketch map

1-第四系(Quaternary) 2-上白垩统(U. Cretaceous) 3-上石炭统(U. Carboniferous) 4-下石炭统(L. Carboniferous) 5-上泥盆统(U. Devonian) か 中泥盆统(M. Devonian) 7-下志留统(L. Silurian) 8-中上奥陶统(M-U Ordovician) 9-下奥陶统(L. Ordovician) 30-中寒武统岳家坪组(M. Cambrian Yuejiaping fm.) ;11-下寒武统水沟口组(L. Cambrian Shuigoukou fm.) ;12-上震旦统灯影组(U. Sinian Dengying fm.) ;13-淅川-毛堂断裂 (Xichuan-Maotang fault) ;14-上级-西簧断裂(Shangji-Xihuang fault) ;15-张湾-柳林沟断裂(Zhangwan-Liulingou fault) ;16-断层(fault) ;17-田川钒 矿区(Tianchuan vanadium orefield) ;18-区域上钒矿床(regional vanadium deposit)

寒武系水沟口组( $C_1s$ )、岳家坪组( $C_2y$ ),牛尾巴山组 ( $O_1n$ )及白垩系高沟组( $K_{2g}$ )(图 2).其中水沟口组为 赋矿层位.

灯影组:主要为灰白色厚层状微晶白云岩,柿壳状 白云岩及溶蚀白云岩,上部与水沟口组平行不整合接 触.

水沟口组:下部为黑色硅质岩、紫红色页岩夹硅质 白云岩;中部为灰、灰紫色薄层泥晶灰岩,夹少量页岩; 上部为灰及灰紫色泥质条带白云质泥晶泥岩,夹少量 页岩、泥晶灰岩,其上与岳家坪组整合接触.

岳家坪组:主要为深灰色白云质灰岩、浅灰色泥质 灰岩,夹少许钙质泥岩.

#### 晶白云岩.

高沟组:主要为洪积砾岩、薄层状石英砂岩、粉砂 岩、粉砂质泥岩和泥岩.

2.2 构造

矿区位于荆紫关-师岗复向斜南翼褶皱带与开阔 褶皱带间的中部挤压带<sup>●</sup>,矿区内构造较复杂,主要有 张沟向斜、赵家岭背斜,及北西西、北东向断裂.

张沟向斜:位于张沟村附近,呈南东-北西向延 伸,宽约 680 m,长约 2100 m,地层在东部呈圆弧形闭 合,枢纽向南东向翘起,北西向倾伏.核部为寒武系岳 家坪组,两翼由内向外依次为寒武系水沟口组、震旦系 灯影组.南西翼地层倾角 41~60°,北东翼倾角 57~84°, 轴面近直立,倾向北东.张沟向斜主要控制了区内 K1

2015年



#### 图 2 田川钒矿区地质图



1-第四系(Quaternary) 2-古近系(Paleogene) 3-白垩系上统高沟组(U. Cretaceous Gaogou fm.) 洋一奥陶系下统牛尾巴山组(L. Ordovician Niuweibashan fm.) 5-寒武系上统蜈蚣丫组(U. Cambrian Wugongya fm.) 方一寒武系中统岳家坪组二段(2nd mem. of Yuejiaping fm., M. Cambrian) 7-岳家坪组一段 (1st mem. of Yuejiaping fm.) 8-寒武系下统水沟口组(L. Cambrian Shuigoukou fm.) 9-震旦系上统四-五段(4th-5th mems. of U. Sinian) ;10-震旦系上 统三段(3rd mem. of U. Sinian) ;11-震旦系上统二段(2nd mem. of U. Sinian) ;12-煌斑岩脉(lamprophyre vein) ;13-实测正断层(surveyed normal fault) ;14-平移断层(strike-slip fault) ;15-不整合地层界线(unconformity) ;16-槽探位置及编号(trenching and number) ;17-钻孔位置及编号(drill hole and number) ;18-矿体编号(orebody code) ;19-背斜轴部(anticlinal axis) 20-向斜轴部(synclinal axis)

# 钒矿体的分布与形态(图 3).

赵家岭背斜:与张沟向斜组成连续褶皱 核部为震 旦系灯影组,两翼为寒武系水沟口组和岳家坪组,两翼 倾角基本一致,倾角约75°地层在西部呈尖棱状闭合. 赵家岭背斜控制 K2 钒矿体的分布与形态.

北西西向断裂 (F1、F5) F1 为震旦系灯影组与下 寒武统水沟口组构造边界,与赵家岭背斜有同成因关 系,长度约1400m,走向300°,倾向20~35°,倾角55~ 75°.受其影响,硅质岩夹薄层泥岩在局部变薄直至缺 失,致使泥岩直接与碎裂白云岩接触.F1 断层对 K2 矿 体起着破坏作用.

北东向断裂(F3):区内发育该类断层规模小,对 矿体的连续性和矿石质量的影响较小.

#### 2.3 岩浆岩

矿区内岩浆岩不发育,仅在矿区中部见到一条煌 斑岩脉,呈薄脉状侵入灯影组地层中.

#### 3 矿体(层)特征

钒矿层赋存于寒武系下统水沟口组下段的硅质 岩和黏土岩层中.水沟口组在矿区断续出露长度约 3500 m,宽度 15~40 m,钒矿层的空间形态严格受张沟 向斜和赵家岭背斜控制,含矿层顶板为灰黑色结晶灰 岩或紫红色泥质条带灰岩,含矿层底板为震旦系顶部 白云岩.向矿区东西两侧沿走向仍有延伸,但受张湾--柳林沟断裂的次级断裂(鱼关断裂)影响,矿区外东侧 局部水沟口组缺失.根据工程控制,在本区圈出 K1、

235

K2 两个矿体 K1 矿体形态受张沟向斜控制 K2 矿体 形态受赵家岭背斜控制.

K1 矿体呈层状"U"型产出,长度 2 100 m,厚度 1.88~13.98 m,平均厚度 7.09 m,厚度变化系数为 41%,品位 0.68%~1.43%,平均品位 0.844%,品位变化 系数 44%. K1 矿体产状同地层产状受向斜控制,且沿 走向东部呈弧状闭合.

K2 矿体呈层状单斜产出,倾向 10~55°,倾角 30~62°. 矿体长度 1 200 m,厚度 5.6~7.72 m,平均厚度 6.66 m,厚度变化系数 33%,品位 0.813%~0.916%,平均品位 0.856%,品位变化系数 28%.

4 矿石特征

### 4.1 矿石质量

根据矿石的矿物成分、V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>的含量、矿石结构、构造和氯化程度等因素的不同,将区内的矿石划分3种 类型.

(1)硅质岩型:颜色一般呈灰黑色,深灰色,矿物成 分主要为石英、蛋白质、玉髓,含量一般在55%~73%, 次为炭质、重晶石、绢云母、磷灰石、磁铁矿等,矿石结 构主要为隐晶质结构,细纹层状、块状、板状构造,岩石 硬而脆,节理发育,风化后呈碎块状.该类型 V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>含量 一般相对较高,在 0.74%~1.82%.

(2)泥(页)岩型:颜色在近地表呈黄褐色,灰白色, 浅紫色,深部呈灰黑色,黑色,矿物成分主要为高岭土、 云母,次为炭质、黄铁矿、玉髓等,微量矿物有长石、重 晶石、钒云母等.一般为泥质结构,块状构造、微层理构 造、薄层状构造. V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>含量一般在 0.61%~1.23%.

(3)硅质岩夹薄层泥岩混合型:为上述两种类型的 混合,具共有的特点, N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>含量也介于两者之间.

4.2 矿石类型

根据矿石的结构构造特征,将矿石划分为3种自 然类型:硅质岩型钒矿、泥岩型钒矿、泥-硅质混合岩 型钒矿.根据矿石的氧化程度,钒矿石可分为氧化矿、 混合矿、原生矿石.

4.3 矿体围岩和夹石

根据目前施工工程,结合钒在硅质岩、泥岩中含量 分布不均匀,矿体直接顶板有炭质板岩(泥岩)和硅质 岩,间接顶板为泥质灰岩.直接底板亦是炭质板岩和硅 质岩,间接底板为白云岩. K1 矿体走向上连续性较好, 垂向上有夹层,夹层是由含钒矿的硅质岩或泥岩组成, 成分与矿石一样,钒矿含量未达到工业指标;K2 矿体 走向上连续性差,中间由于断层影响而缺失,垂向上夹 层特征同 K1 矿体.

# 5 矿床成因探讨

本区主要有两大成矿系列:沉积成矿系列(以古生 代沉积建造为主)和岩浆成矿系列(以燕山期为主)[4]. 沉积成矿系列有钒矿、磷矿及非金属矿等.对下寒武统 水沟口组黑色岩系进行主量元素比值分析表明[5] 本 区物质来源于陆缘剥蚀区,反映大陆边缘沉积环境向 远洋深海过渡的大地构造环境 水体较深 水动力不足 的环境特点. 对微量元素地球化学分析表明: V、Cu、 Zn、Sr、Ag、Ba 等微量元素表现出高度富集的特征 稀 土元素经球粒陨石标准化后,表现出较为明显的 Ce 和 Eu 正异常. 相应的稀土、微量元素比值如 Ce/La、 V/(V+Ni)、U/Th 等指示该区成矿期时为缺氧还原环 境,有一定的地内热卤水沉积物混入.缺氧还原环境致 使 V 的富集和 Ce 呈弱到中等负异常 热卤水导致 Eu 表现为正异常.水沟口组黑色岩系岩石样品 La/Yb-Ce/La 图解和 La/Yb-REE 图解中多数点落干沉积岩 和玄武岩区[6].岩石产于断陷盆地发育的扬子被动大 陆边缘环境,同生断裂发育,导致热卤水活动,La/Yb-REE 图解表明热水与基性岩成因关系密切. 因此成矿 初始环境为受断裂影响的原始深水还原环境逐渐过渡 为正常沉积环境.

杨宗让<sup>[7]</sup>对秦岭造山带中新元古代和显生宙板 块构造格局和演化历史研究指出:显生宙在留坝-山 阳主缝合带位置上发育一宽阔的秦岭古洋盆,洋盆的 东侧为扬子古陆北缘,发育有一"三叉"裂谷系,淅川地 区处于"三叉"裂谷系的裂谷带上.

综上所述:新元古代时,本区域为"三叉"裂谷系, 在早古生代,扬子板块向北俯冲<sup>[8]</sup>,俯冲作用导致地球 动力学不均一而拉张,形成了深水-半深水滞留断陷 海盆,由此沉积一套深海至浅海相沉积碳酸盐-少量 碎屑岩和海相火山岩建造,同时与海盆形成的同生断 裂活动,为热液提供运移通道,以及低等浮游生物活 动,这些条件的耦合作用形成了本地区丰富的钒矿.

#### 236

-

Newsletter, 2002, 26(2): 181-195.

- [41]Belousova E A, Griffin W L, O'Reilly S Y, et al. Igneous zircon: Trace element composition as an indicator of source rock type[J]. Contributions to Mineralogy and Petrology, 2002, 143: 602—622.
- [42]Verma S P, Torres-Alvarado I S, Sotelo-Rodrí guez Z T. SINCLAS: Standard igneous norm and volcanic rock classification system [J]. Computers & Geosciences, 2002, 28: 711-715.
- [43]ZHOU Ji-bin, LI Xian-hua. GeoPlot: An Excel VBA program for geochemical data plotting[J]. Computers & Geosciences, 2006, 32(4): 554—560.
- [44]Le Bas M J. IUGS reclassification of the high-Mg and picritic volcanic rocks[J]. Journal of Petrology, 2000, 41(10): 1467—1470.
- [45]Sun S S, McDonough W F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: Implications for mantle composition and processes[C]// Saunders A D, Norry M J, eds. Magmatism in Ocean Basins. London: Geol Soc Spec Publ, 1989: 313—345.
- [46]Pearce J A. Geochemical evidence for the genesis and eruptive setting of lavas from Tethyan ophiolites [C]// Panayiotou A, eds. Proc Internat

Ophiolite Symp, Cyprus, 1979. Geol Surv Dept, Nicosia, Cyprus, 1980: 261–272.

- [47]Wilson M. Igneous petrogenesis. A global tectonic approach[M]. London: Unwin Hymen Ltd., 1989: 342—359.
- [48]Agrawal S, Guevara M, Verma S P. Tectonic discrimination of basic and ultrabasic volcanic rocks through log-transformed ratios of immobile trace elements'[J]. International Geology Review, 2008, 50: 12, 1057—1079.
- [49]Verma S P, Guevara M, Agrawal S. Discriminating four tectonic settings: Five new geochemical diagrams for basic and ultrabasic volcanic rocks based on log-ratio transformation of major-element data[J]. Journal of Earth System Science, 2006, 115: 485—528.
- [50]刘伟 潘小菲 ,谢烈文 ,等. 大兴安岭南段林西地区花岗岩类的源岩: 地壳生长的时代和方式[J]. 岩石学报, 2007, 23(2): 441—460.
- [51]刘建峰,迟效国,赵芝,等.内蒙古巴林右旗建设屯埃达克岩锆石 U-Pb年龄及成因讨论[J].岩石学报,2013,29(3):827-839.
- [52]卞雄飞,李永飞,孙守亮,等.内蒙古东部建设屯火山岩锆石 U-Pb 测年、地球化学特征及成因[J].地质与资源,2013,22(5):360—366.

(上接第 236 页 / Continued from Page 236)

#### 参考文献:

- [1]河南省地矿局.河南省区域地质志[M].北京:地质出版社,1989: 644-656.
- [2]河南省地矿厅.河南省偃师地层[M].武汉:中国地质大学出版社, 1997:200-240.
- [3]胡呈祥,马占友,李铭,等.河南省淅川地区地球化学特征及寒武系 底部含矿性[J].地质调查与研究,2005,28(2):106—109.
- [4] 翟裕生 姚书振 周宗桂 ,等. 长江中下游铜、金矿床、矿田构造[M]. 武汉:中国地质大学出版社, 1999: 20—100.
- [5]张智勇. 河南淅川下寒武统水沟口组黑色岩系沉积环境分析[D]. 焦 作 河南理工大学, 2012: 35—52.
- [6]王立社,张复新,侯俊富,等.秦岭山阳水沟口组黑色岩系微量元素 地球化学及其沉积成矿背景的指示意义[J].中国地质,2012,39(2): 311—325.
- [7]杨宗让. 秦岭造山带大型矿集区成矿系统研究[D]. 西安 :长安大学, 2012: 22—36.
- [8]于在平, 崔海峰. 造山运动与秦岭造山[J]. 西北大学学报: 自然科学 版, 2003, 33(1): 65—69.