河南省栾川县南泥湖钼(钨)矿田外围银铅锌多金属成矿地质条件分析及找矿前景①

徐文超[1,2,3]，庞振山[1,2,3]，周奇明[4]，王喜恒[1,2]，杨国强[1,2]

(1. 河南省地质调查院，河南 郑州 450007；2. 河南省地矿局第一地质调查队，河南 洛阳 471023；
3. 中国地质大学地球科学与资源学院，北京 100083；4. 桂林矿产地质研究院，广西 桂林 541004)

摘 要：通过对南泥湖钼(钨)矿田的大地构造位置、区域地球化学背景、区域地球物理特征、岩石化学特征、中酸性小岩体性特征及典型矿床赋存特征的分析研究认为：燕山期中酸性小岩体是深部隐伏大岩基穿插于上覆盖层中的支脉，并为银铅锌多金属矿提供了直接热源、矿化剂和矿物质。区内广泛分布的富含 Ag、Pb、Zn 的碳酸盐岩地层是银铅锌多金属矿的矿源层，在该区形成大型、超大型热液交代型层控银铅锌多金属矿床具有必备的物质条件和构造背景，找矿前景良好。

关键词：银铅锌多金属矿床；成矿地质条件；地球化学省；找矿前景；河南栾川

中图分类号：P618.4；P618.52　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：1001－5663(2003)03－0198－05

南泥湖钼(钨)矿田外围具良好的寻找 Pb、Zn、Ag 矿的前景，通过两年工作初步确定该区具寻找大型、特大型 Pb、Zn、Ag 矿的潜力，1999 年被列入国土资源大调查项目，由河南省地质调查院洛阳矿产分院承担该项目任务，初步估算 Pb、Zn 资源量 200 万吨，Ag 资源量 3000 吨，预期该地区 Pb＋Zn 资源潜力达 500 万吨，Ag 资源潜力达 1 万吨。

1 区域地质背景

华北陆块南缘是中国北方古大陆与秦岭造山带的接合部位，内生矿产资源丰富，矿床类型甚多。潘河－马超营断裂带以北的火山弧(华熊台隆)是重要的多金属成矿带(Au、W、Cu、Pb、Zn)；潘河－马超营断裂带以南，黑沟－栾川断裂带以北的弧前盆地(洛栾台缘坳褶带)是重要的钼、钨多金属成矿带(Mo、W、Cu、Pb、Zn、Fe、S)。地处洛栾台缘坳陷带的南泥湖钼(钨)矿田分布三道庄、南泥湖、上房沟等超大型钼(钨)矿床和骆驼山大型硫多金属矿床。研究区位于华北陆块南缘华熊台隆南部的洛栾台缘坳褶带内[1]。中晚元古代沉积的官道口群是一套浅海相陆源碎屑岩-镁质碳酸盐岩，晚元古代栾川群、陶湾群沉积了陆源碎屑岩-碳酸盐岩夹中基性火山岩[2]，经区域变质作用形成了石英岩、片岩、千枚岩、大理岩和白云质大理岩，在中生代侵位的中酸性岩体四周，经热变质后形成各类矽卡岩和角岩，是区内的铅、锌、银、金、钼、钨、铜的赋矿岩层。

区内岩浆活动频繁，从元古代到中生代均有表现，具明显的多旋回、多期性特征，它们多以岩墙、岩株、岩脉等形态产出，总的分布方向与区域构造线方向一致[3]。矿田内前加里东期基性岩浆活动及燕山期中酸性岩浆活动最为强烈，其中燕山期岩浆活动所形成的中酸性小岩体与区内钼、钨、铅、锌等内生矿产在时间、空间和成因上有着密切关系。

区内断裂构造极其发育，尤其以 NWW 向和 NE 向两组最为发育，其中北部以区域性的潘河－马超营断裂、南部以区域性的栾川-黑沟断裂为代表的一系列 NWW 断裂延伸长，规模大，不仅构成区内构造格架，也控制着区内地层的展布格局和岩体分布。栾川断裂为华北陆块与秦岭造山带的分界性断裂，其重力场对应于重力梯级带[4]，与之平行的是一系列向南逆冲的断层，逆冲断层间为一系列轴面近东西向，向北陡倾的倒转褶皱。NE 向断裂为区内的次级构造，形成于燕山期，成群成带密集分布，沿断裂热液活动强烈，金属硫化物矿化蚀变较强，是区内主要的贮矿构造。

① 收稿日期：2003－01－17　作者简介：徐文超(1968－)，男，工程师，主要从事区域地质调查及矿产资源评价工作。
基金项目：国土资源大调查项目(编号 19991020089003)资助

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

2 区域地球化学特征

据张本仁院士等研究[5]，华北陆块南缘为富 Mo、Pb、Zn、Au 和贫 Cu 地球化学省，按谢学锦院士地球化学块体理论，该区应为 Ag-Pb-Zn 地球化学省。在全省地球化学图上，以南泥湖为中心，形成一个规模巨大的 Ag-Pb-Zn 地球化学分区。研究区处于洛南－栾川褶皱带钼、钨、金、银等多金属地球化学场中。1∶5 万水系沉积物测量以南泥湖钼(钨)矿为中心圈定了一个规模大、元素分带明显、形态完整的区域地球化学异常区(图 1)。该异常具明显的水平分带特征，从异常区中心向外，是一个由高温元素到低温元素的完整序列，元素组合依次为 Mo-W-Bi-Cu-Zn-Pb-Ag-As-Ba-Ge②③。元素组合在整个异常区分为中心带、中间带和边缘带，中心带为高温的 W、Mo、Sn、F 组合，中间带为中低温的 Cu、Zn 组合，边部带为低温 Pb、Ag、As 组合，这与南泥湖钼(钨)矿田的矿物共生组合、地球化学晕等空间的分带相吻合④。其主要元素特征见表 1。同时在异常区内，单元素异常相互迭加，形成一系列浓集中心，如南泥湖、清和堂、黄背岭、赤土店一带为铅、锌、钴、镍、银等元素异常浓集中心区。浓集中心与中酸性小岩体(岩株)相对应，围绕岩体如冷水北沟、杨树凹、银洞沟、核桃岔、洪洞沟等中低温脉状铅锌矿呈环带状分布，构成一个巨大的铅锌银矿集区。

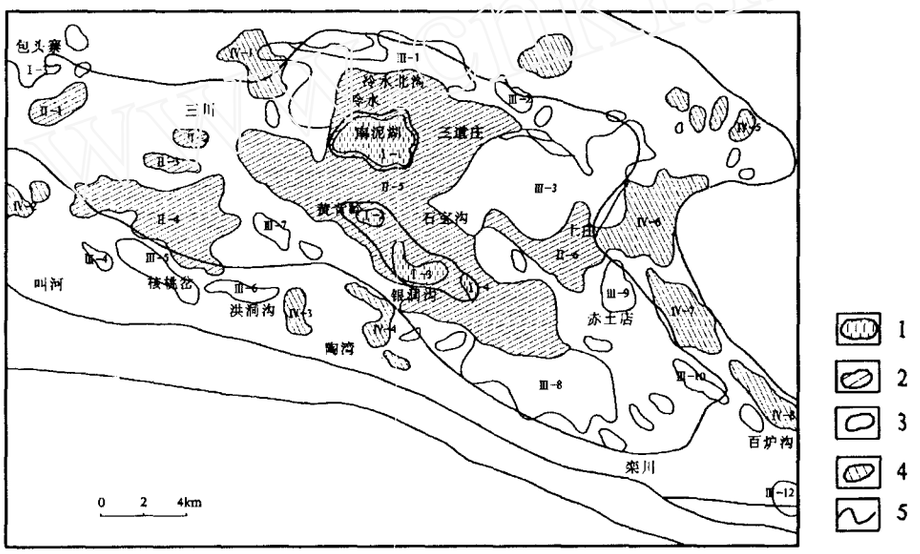


图 1 河南省栾川地区水系沉积物测量综合异常略图

Fig. 1 Sketch of comprehensive anomalies of stream sediment measurement of Lanchuan district, Henan province

1－元素组合为 $\overline{W}$-$\overline{Mo}$-$\overline{Cu}$-Zn-(Pb)-(Ag)　2－元素组合为(W)-Mo-Cu-$\overline{Zn}$-$\overline{Pb}$-Ag-As

3－元素组合为(Mo)-(Cu)-Zn-$\overline{Pb}$-$\overline{Ag}$-As-Ba　4－(Zn)-(Pb)-(Ag)-$\overline{As}$-$\overline{Ba}$-Ge　5－地球化学分区界线

注：标横道者为组合中主要元素，加括号者为组合中次要元素

表 1 南泥湖地区综合异常特征值一览表

Table 1 List of comprehensive anomaly values of Nannihu area

元素	面积 (km^2)	最高值 ($\times10^{-6}$)	平均值 ($\times10^{-6}$)	衬度	规模	变化系数
铅	276	1400.0	171.0	2.85	786.70	124.64
锌	192	6100.0	425.8	2.84	545.00	203.00
钼	64	61.2	15.3	7.66	490.20	105.70
银	92	2.4	0.6	2.91	268.00	90.53
铜	124	218.0	68.0	1.68	215.00	57.67

钼矿床所在的中酸性岩体(上部地壳)中的微量元素含量(除 Co、Ni、Cu 以外)都有不同程度的升高(见表 2)，Pb 在矿田所有地层中平均含量超过克拉克值 10 倍以上；Ag 是克拉克值的 6.7 倍；Zn 为克拉克值的 2 倍。表明矿田中 Pb 为深部热液带来，并具有富集形成大型或超大型矿床的可能性。

② 河南省地矿厅区域地质调查队，栾川地区 1∶20 万水系沉积物测量报告，1984。

③ 河南省地质调查院，栾川地区 1∶5 万水系沉积物测量报告，2001。

④ 河南省地质矿产局、武汉地质学院、河南省栾川县南泥湖钼矿田矿床地球化学特征及成矿成晕机理的研究报告 1982－01－134.

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

3 区域地球物理特征

以栾川-维摩寺-明港一线(与区域性栾川断裂相吻合)为界,以北为华北重力异常区(正值带),以南为秦岭重力异常区(负值带)。同时栾川-维摩寺-明港断裂形成一条连续的正磁异常带,以其为界构成华北陆块南缘和秦岭造山带两个截然不同的磁场区。研究区明显的重力低异常及低缓的正磁异常,都反映出区内中酸性小岩体、岩株是深部隐伏花岗岩大岩基的地表出露部分,隐伏岩体的上部有可能形成大型内生矿矿集区(图 2)。同时研究区位于莫霍面陡变带与 NWW 向幔坳带的交汇部位,是壳幔异常变化区及成矿的有利构造地带。

表 2 矿田(地壳上部岩层)元素丰度与地壳克拉克值对比表

Table 2 Comparison of ore field (upper crust stratum)element concentrations with crust Clarke value

元素	Mo	W	Sn	Cu	Zn	Pb	Ag	As	Mn	Co	Ni	V
矿田元素丰度($\times10^{-6}$)	36.6	30	3.1	44	163	166	0.47	6.3	1626	8	23	142
克拉克值($\times10^{-6}$)	1.1	1.3	2.5	47	83	16	0.07	1.7	1000	18	58	90
元素丰度/克拉克值	33.3	23	1.2	0.9	2.0	10.4	6.7	3.7	1.6	0.4	0.4	1.6

注:矿田元素丰度为 524 个样品统计结果,克拉克值采用 1962 年维诺格拉多夫资料。

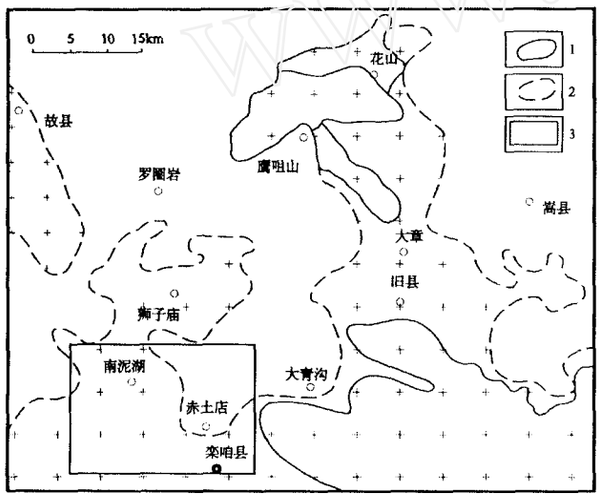


图 2 熊耳山地区推断隐伏花岗岩体图

Fig. 2 Inferred outline of the concealed granite rock of Xiongershan region

1—出露花岗岩体 2—隐伏花岗岩体 3—研究区范围

4 区域矿产分布及典型矿床特征

Mo(W)矿主要分布于卢氏—栾川 Ag-Pb-Zn-Au Ⅳ级成矿区中的栾川 Mo-Pb-Zn-Au-Fe Ⅴ级成矿带,成矿与燕山期中酸性小岩体有密切关系,围绕中酸性小岩体形成了三道庄、南泥湖、上房沟超大型工业钼矿床及马圈、竹园沟、黄背岭、榆木沟、鱼库等中小型矿床、矿点,在南泥湖钼(钨)矿田外围形成了骆驼山大型矽卡岩型硫锌矿床及马圈、赤土店等硫铁矿点,区内金矿仅在核桃岔形成工业矿体,且向下过渡为银铅矿。近年来工作发现,在中酸性小岩体外围,与一系列北东向断裂有关的构造内赋存着规模不等的 Ag-Pb-Zn 矿床、矿点,已发现规模比较大的有冷水北沟矿区、杨树凹矿区、银洞沟矿区、核桃岔矿区、洪洞沟矿区等,矿体多呈脉状、透镜状、囊状及似层状。

4.1 冷水北沟矿区

位于三川—栾川坳褶带弧形转折端的外侧、南泥湖钼(钨)矿田外围北侧,与骆驼山硫锌矿毗邻。出露地层为中元古界官道口群和上元古界栾川群,岩性为一套巨厚的碳酸盐岩、陆源碎屑岩类夹中基性-中酸性火山岩。区内断裂极其发育,以 NWW-NW 向和 NE 向两组为主,前者延伸长,规模大,分布密集,形成了区内构造格架,并控制区内地层的分布,后者成群成带出露,近平行分布,是主要含矿构造。区内岩浆活动主要有前加里东期变辉长岩和燕山期二长花岗岩。该区共发现近平行矿脉 20 余条①(图 3),赋存于 NW 向断裂之中,具矿化密集、分布集中、延伸长、厚度大,矿化蚀变强等特点,规模较大的有 S27、S31、S32、S33、S34、S36、S37 等 7 条,矿脉长为 1350～2200m,厚度为 1 ～3m,最厚 12m,矿体呈似层状或脉状。矿石矿物主要为方铅矿、闪锌矿、黄铁矿及少量黄铜矿,多呈团块状、条带状不均匀分布。脉石矿物主要为石英、方解石等。其中 S27 长 2200m,厚 0.45～7.02m,平均厚 1.43m,Pb 品位在 0.47%～22.56%之间,平均 8.31%,Zn 品位在 0.11%～31.75%之间,平均 10.55%,Ag 品位在 5×10^{-6}～492×10^{-6}之间,平均 149.28×10^{-6},估算资源量

① 河省地质调查院,河南栾川赤土店地区银铅锌多金属资源调查评价 1999—2002 年阶段报告,2002-12.

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

(333+334$_1$)：Pb+Zn 为 140 万吨，Ag1300 余吨。其余各矿体长度分别为：S31(1500m)、S32(1800m)、S33(1350m)、S36(1500m)、S37(1800m)，厚 1～6m，倾向为 79°～130°，倾角为 60°～80°，平行分布，相距 50～200m，向南接近骆驼山硫锌矿，其特征为南端矿石矿物以闪锌矿、黄铁矿及黄铜矿为主，少量方铅矿，向北过渡为以方铅矿、黄铁矿为主，闪锌矿次之。伴生银由南向北变高，S31、S32 估算资源量(333+334$_1$)：Pb+Zn 为 70 万吨，Ag 为 550 吨，其余矿脉尚待进一步评价。另外在 S31、S32、S33、S34 之间的南泥湖中段的白云质大理岩中发现数层层状铅锌银矿化透辉石化角岩，厚度为 8～50m，相间 30～150m，普遍铅锌矿化，目估 Pb+Zn 品位在 3%～5%之间，局部地段呈块状硫化物，主要矿物为黄铁矿、闪锌矿，次为方铅矿、磁黄铁矿、黄铜矿，Pb+Zn 品位在 10%～20%之间。有待进一步评价，显示良好的找矿前景。

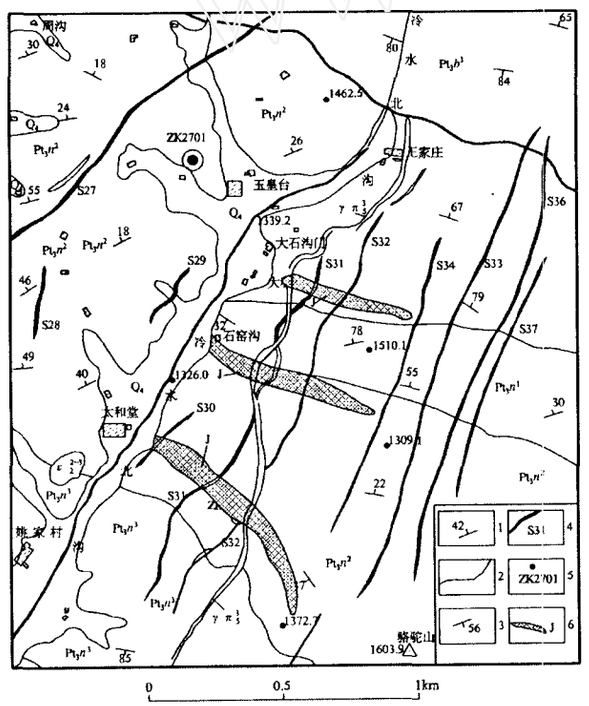


图 3　河南省栾川县冷水沟矿区地质及矿脉平面图

Fig 3　Geological and vein plan of Lenshuigou ore field of Lanchuan County, Henan province

Q—第四系　Pt_3n^3—南泥湖组上段　Pt_3n^2—南泥湖组中段　Pt_2n^1—南泥湖组下段　Pt_3b^3—白术沟组上段　$\gamma\pi_5^3$—燕山期花岗斑岩　υ_2^{2-3}—中元古代辉长岩　1—地层产状　2—地质界线　3—层及产状　4—矿脉位置及编号　5—见矿钻孔位置　6—角岩带

4.2　银洞沟矿区

该矿区位于黄背岭—石宝沟背斜东段，石宝沟岩体外围，出露地层为栾川群鱼库组、煤窑沟组白云质大理岩，主要矿脉有 S01、S02、S03、S04、S05、S06、S07 等 7 条，矿脉长为 200～1200m，宽为 0.6～2.5m，总体走向 300°～325°，倾角 30°～55°，脉内由碎裂岩、糜棱岩、多金属矿化石英脉和矿化蚀变构造岩组成，矿体呈脉状、似层状、透镜状，厚度在 0.6～3.6m 之间，铅品位在 0.45%～26.5%之间，平均 3.97%，锌品位在 0.29%～15.37%之间，平均 2.66%，矿石类型有多金属石英脉型和多金属构造蚀变岩型两种，金属矿物主要有方铅矿、闪锌矿、黄铁矿及少量黄铜矿及自然银矿，呈条带状、块状及浸染状分布，中粗粒它形粒状结构。脉石矿物有石英、方解石、白云石、绢云母等。其中在煤窑沟 S001 脉深部有碳酸盐化块状硫化物，碳酸岩为菱铁矿，呈团块状、网脉状，硫化物为方铅矿、黄铁矿及闪锌矿。估算资源量：Pb+Zn 为 40 万吨，Ag 为 400 吨。

4.3　杨树凹矿区

位于青和堂—庄科箱形背斜轴部偏北翼。出露地层为官道口群的白术沟组、冯家湾组、杜关组及巡检司组，岩浆活动强列，出露有燕山期中酸性小岩体。断裂十分发育，主要为 NE 向及 NW 向两组，两组构造均含矿，相互交织呈网格状。区内发现矿脉 10 余条，以 S40 地表出露最长，目前工程控制长度 4000 余米，出露于杨树凹—磨沟—炉长沟一带，矿体赋存于冯家湾组白云质大理岩中，倾向 200°～220°，倾角 35°～45°，厚 0.68～8.5m，品位分别是：Pb 在 0.3%～7.5%之间，Zn 在 0.49%～16.88%之间，Ag 在 3608×10^{-6}～1880.09×10^{-6}之间，Au 在 0.43×10^{-6}～2.61×10^{-6}之间。其中东段估算资源量：Pb+Zn 为 60 万吨，Ag 为 900 吨。地表以铁锰矿化为特征，主要为褐铁矿化、锰矿化、菱锌矿化碎裂岩为主，向深部变为原生块状铅锌矿。主要矿石矿物为黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、磁黄铁矿及少量黄铜矿，脉石矿物为石英、碳酸盐矿物、绢云母等。矿脉自东向西矿体厚度变大，到磨沟一带与之平行矿脉密集分布，相距 30～100m，长为 500～1200m，矿化特征同 S40。同时在白云质大理岩中有一层状蚀变带，产状与地层一致，厚 1～5m，矿化以黄铁矿化为主，局部有方铅矿化、闪锌矿化、硅化较强，地表出露超过 500m。

S40 北 2000m 的磨沟、炉长沟一带，新发现一系列 NW 向与 NE 向含矿构造带，其中 NE 向有 6 条，长为 70～150m，北西向有 3 条，长为 300～500m，呈同向平行分布，间距 50～80m，两组交织呈网格状，厚度一般为 1～3m，地表以褐铁矿化、菱锌矿化碎裂岩为主，深部以块状原生铅锌矿为主，尤其在两组构造交汇部位，形成厚度大，品位富的矿柱。

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

5 找矿标志

据谢学锦院士地球化学块体理论，华北陆块南缘为 Ag-Pb-Zn 地球化学省[7]，Ag 元素块体面积 3293km²，金属供应量达 87 万吨，Pb 元素块体面积 6372km²，金属供应量达 1×10^5 万吨，Zn 元素块体面积 11959km²，金属供应量达 3.8×10^5 万吨。据张本仁院士研究，认为区域上地幔中明显富集和亏损的元素常能反映区域中的优势矿产和劣势矿产，同时金属成矿省和重要成矿带多与富集该元素的地球化学省相吻合，该区具有富 Mo、W、Pb、Zn、Ag、Au 的幔壳，且已形成了大型超大型的钼钨矿床，因此，该研究区具备了形成大型超大型 Ag、Pb、Zn 矿床的基础物质条件。研究区铅锌银多金属矿找矿标志主要有：

(1)地球化学标志——以特征的元素组合异常为标志，主要元素组合为(W)-Mo-Cu-Zn-Pb-Ag-As 及(Mo)-(Cu)-Zn-Pb-Ag-As-(Ba)。

(2)地质标志——赋矿地层(体)中各种脆性断裂及褶皱以及中生代中酸性岩体在空间上的配套组合。

(3)矿化蚀变标志——矿化围岩蚀变以硅化、绢云岩化、碳酸盐化、萤石矿化发育为主，伴生黄铁矿化、方铅矿等金属硫化物。

(4)次生标志——如铁锰帽、白铅矿、氧化锌、孔雀石等金属氧化物。

(5)矿化标志——块状及浸染状硫化物矿化是直接的找矿标志。

6 结论

(1)研究区位于华北陆块南缘富 Mo、Ag、Pb、Zn 地球化学省；华北陆块南缘是中晚元古代形成的大陆边缘活动带，俯冲作用促使了含矿热液的广泛运移，并产生了重熔岩浆；燕山期岩浆活动为该区的多金属成矿提供了热源、矿化剂及成矿物质；区内广泛分布的碳酸盐岩中 Ag、Pb、Zn 元素不仅含量高，而且后生迭加分异强。因此，该区不仅存在形成大型超大型矿床的物质条件，而且具备矿液运移的构造条件和岩浆热事件。

(2)银铅锌多金属成矿与燕山期中酸性小岩体密切相关，中酸性小岩体可能与同期的大岩基同源、同质；成矿围岩为碳酸盐岩建造；容矿空间为岩体周围的断裂构造及褶皱转折端。因此，向深部寻找大型超大型热液交代型层控 Ag、Pb、Zn 矿床潜力很大。

参考文献：

[1] 胡受奚. 华北与华南古板块地质与找矿[M]. 南京：南京大学出版社，1988.

[2] 关保德，耿午辰. 河南东秦岭北坡中-上元古界[M]. 郑州：河南科学技术出版社，1988.

[3] 河南省地质局. 河南省地质杂志[M]. 北京：地质出版社，1985.

[4] 张乃昌. 从重磁成果探讨河南深部构造及成矿作用[J]. 河南地质，1986.4(1)：16-22.

[5] 张本仁. 秦巴岩石圈构造及成矿规律地球化学研究[M]. 武汉：中国地质出版社，1994.

[6] 罗铭玖. 中国钼矿床[M]. 郑州：河南科学技术出版社，1991.

[7] 燕长海. 河南马超营-独树一带银铅锌成矿地质条件及找矿前景[J]. 中国地质，2002，29(3)：305-310.

METALLOGENY OF SILVER-LEAD-ZINC POLYMETALLIC ORES OUTSIDE NANNIHU MOLYBDENUM(TUNGSTEN)ORE FIELD, LANCHUAN COUNTY, HENAN PROVINCE AND ITS PROSPECTIVE

XU Wen-chao[1,2,3], PANG Zheng-shan[1,2,3], ZHO Qi-ming[4], WANG Xi-hen[1,2], YANG Guo-qiang[1,2]

(1. *Henan Geological Survey, Zhengzhou, Henan*, 450007; 2. *No. 1 Geological Team of Henan Geological Bureau, Luoyang, Henan*, 471023; 3. *China University of geoscience, Beijing*, 100083; 4. *Guilin Research Institute of Geology for Mineral resources, Guilin, Guangxi*, 541004)

Abstract: By the analysis on the geotectonic location, the regional geochemical background, the regional geophysical characteristics, rock chemistry, the small intermediate — acid rock characteristics and the occurrence of typical deposit of the Nannihu molybdenum(tungsten)ore field, it is considered that the small Yanshanian intermediate—acid rocks are the branch veins of the deep buried basement, which intruded in the capping and provided direct heat resources and ore solution for silver, lead and zinc polymetallic ores. The widespread distributed Ag, Pb, Zn rich carbonate stratum were the source beds. It is concluded that the area born the necessary preconditions and tectonic background for the formation of large to super large scale hydrothermally replaced strata — bound silver, lead and zinc polymetallic ores and prospective for further exploration.

Key Words: Silver, lead, zinc polymetallic ores; metallogeny; geochemical province; exploration prospective; Lanchuan, Henan

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net