

新疆梧南金矿床地质与地球化学特征

晁会霞¹, 杨兴科¹, 梁广林², 马立成¹, 孙继东¹

(1. 长安大学 地球科学与国土资源学院, 西安 710054;

2. 新疆维吾尔自治区地质矿产勘查开发局 第一地质大队, 新疆 昌吉 831100)

摘 要: 梧南金矿床是产于碳酸盐岩地层的微细粒浸染型金矿类型。文章介绍了矿区地质背景、矿床地质特征, 矿石、围岩的稀土配分曲线呈富轻稀土的右倾型, 曲线形态基本一致。表明矿石对围岩的继承性, 酸性斑岩也为成矿提供了一定的热源和部分含矿热液。石炭系碳酸盐岩成为金矿化的有利围岩, 矿区构造运动使含金岩层进一步活化浸出、热液交代和迁移富集。

关键词: 梧南金矿床; 稀土元素地球化学; 微细粒浸染型

中图分类号: P611; P618.51 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2005)02-0100-06

1 地质背景

矿区大地构造位置属塔里木板块北缘活动带南天山晚古生代陆缘盆地。南部以辛格尔断裂为界, 与塔里木古陆块之库鲁克塔格早古生代前陆盆地接壤, 北以乌勇布拉克大断裂为界, 与伊犁微板块毗连。

本区属天山褶皱系, 南天山地槽褶皱带, 克孜勒塔格复向斜, 构造线以近 EW 向为主, 广泛发育线状褶皱, 同时形成大量 NWW 向、NE 向和近 EW 向断裂。

2 矿区地质

2.1 地层含金性

梧南金矿区面积约 60 km²。矿区主要出露下石炭统甘草湖组地层, 北部有小面积华力西中期花岗岩出露。甘草湖组金的丰度值 $w(\text{Au}) = 7.47 \times 10^{-9}$, 是地壳克拉克值(黎形, $w(\text{Au}) = 3.5 \times 10^{-9}$) 的 2.13 倍, 构成了本区金矿的初始矿源层。矿区地层分为 7 个岩性组合分层, 其中第一层(g_{b1}) 为最底层, 为一套糜棱岩化中细粒岩屑砂岩、砂质千枚岩、

绢云千糜岩及强糜棱岩化粉砂岩, 厚度 > 245.6 m。第二层(g_{b2}) 位于第一层上部, 为糜棱岩化陆屑白云岩夹细晶白云岩, 该层下部为赋矿层位, 厚度 98.8 m。

2.2 构造控矿

根据金矿化空间分布的规律, 矿体无一不受构造、特别是断裂构造控制。矿区内的主要构造形式有脆性断裂、褶皱及韧性剪切带。梧南金矿床位于一轴向近 EW 向褶皱西部的倾伏端, 其核部为 g_{b1} 层, 南翼地层发生倒转, 为同斜倒转背斜。矿区断裂较发育, 呈 NW-SE 向和 NE-SW 向展布, 具多期活动特点。背斜核部与 NE 向断裂的交汇部位控制着矿床、矿体的分布(图 1)。

斜贯整个矿区的是伊尔托古什布拉克韧性剪切带, 呈近 EW 向展布, 东西两侧延出区外。该带韧性变形强度具明显分带性。根据各种宏、微观韧性剪切标志显示, 受到韧性断裂影响的岩石为下石炭统干草湖组第二岩性段第一层(g_{b1}), 该岩性层处于强变形带, 发生强糜棱岩化, 局部形成千糜岩。而矿化带位于 g_{b1} 层与 g_{b2} 层的接触部位, 呈 NW-SE 向条带状展布。矿化带及其以北地层处于弱变形带, 发生弱糜棱岩化, 主要是劈理、片理化的改造作用。伊尔托古什布拉克韧性剪切带划分为 3 个变形期次: 第一期 SN 向逆冲剪切运动, 第二期近 EW 向左行走滑韧性剪切运动, 第三期中浅部构造层

收稿日期: 2004-04-28; 修订日期: 2005-01-21

基金项目: 国家科技攻关 85-902 项目: 东天山成矿地质条件与矿产资源综合评价研究; 96-915 项目: 东天山觉罗塔格金铜成矿带成矿系列分布规律研究与矿床定位预测; 2002 年自治区矿产资源补偿费地质勘查项目联合资助。

作者简介: 晁会霞(1979), 女, 河南南阳人, 硕士研究生, 构造地质学专业, 研究方向为构造地质和矿床地质地球化学。

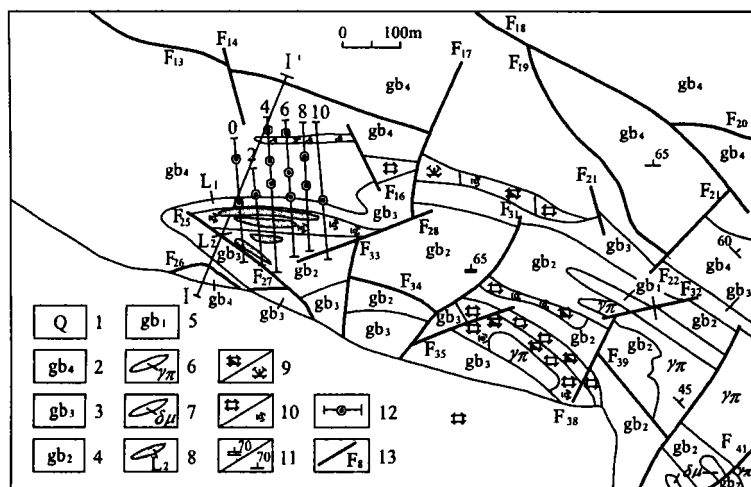


图1 梧南金矿床平面地质图

Fig. 1 Geological plan of Wunan Au deposit

1. 第四系残坡积物、冲洪积物 2. 第四层: 浅褐色、灰白色糜棱岩化中细粒岩屑砂岩与灰白色糜棱岩化陆屑砂屑白云岩互层 3. 第三层: 浅黄色、深灰色糜棱岩化中陆屑砂屑白云岩夹糜棱岩化陆屑砂屑灰岩透镜体 4. 第二层: 浅土黄色、褐红色糜棱岩化中陆屑砂屑白云岩夹细晶白云岩, 褐铁矿化含金蚀变白云岩 5. 第一层: 灰绿色绢云千糜岩、砂质千糜岩、强糜棱岩化中细粒岩屑砂岩 6. 酸性斑岩脉 7. 石英闪长岩脉 8. 金矿体及编号 9. 褐铁矿化/孔雀石化 10. 黄铁矿化/硅化 11. 片理产状/地层产状 12. 勘探线剖面及钻孔位置 13. 断层及编号

次的膝折作用,使得原先形成的糜棱岩化岩石在地壳浅部构造层次普遍发生脆性破裂或平移错动。本矿区含金岩层的金元素在矿区构造变形动力作用过程中被进一步活化浸出、热液交代和迁移,并在合适部位沉淀富集。

2.3 岩浆作用

区内热液活动较发育,酸性斑岩脉在矿区分布最广,延伸稳定。与成矿关系密切的酸性斑岩产状基本与地层一致,在韧性剪切带第二个变形期次中,酸性斑岩沿韧性剪切带充填,侵位于甘草湖组第二岩性段第一层(gb_1)中上部,

其顶部常与第二层(gb_2)底部的矿化蚀变带直接接触。受强韧性剪切变形作用,形成糜棱岩。

2.4 围岩蚀变

矿区围岩蚀变发育,主要是成矿热液引起的近矿围岩蚀变,有硅化、黄铁矿化、碳酸盐化、黄铁绢英岩化、绿泥石化和退色现象等,其中硅化、黄铁矿化、黄铜矿化与金矿关系密切。围岩蚀变常常反映成矿介质的酸碱性变化,绢云母化和碳酸盐化反映介质为弱碱-碱性条件。热卤水迁移金时,与碱性水相遇引起金的沉淀,这可能是某些碳酸盐地区形成金矿

的原因之一。

3 矿床地质

矿床分布于伊尔托古什布拉克韧性剪切带北侧,呈300°方向展布。矿石矿物组分简单,金属矿物主要有黄铁矿、褐铁矿,次有黄铜矿、磁铁矿和赤铁矿,还有少量辉铜矿、方铅矿、磁黄铁矿、蓝铜矿。脉石矿物主要有白云石、石英,次为绢云母、绿泥石、铁白云石、石膏、方解石、黄钾铁矾及少量电气石、重晶石和磷灰石。矿石类型主要有氧化矿石和原生矿石两类。前者为地表和近地表矿石,以次生矿物褐铁矿、针铁矿、孔雀石、铜蓝、黄钾铁矾等为主,有少量残余黄铁矿。其经次生富集,含Au品位较高,一般 $w(Au) = 5 \times 10^{-6} \sim 15 \times 10^{-6}$,最高达 83×10^{-6} 。后者有蚀变岩型矿石和黄铜矿-黄铁石英脉型金矿石。蚀变岩型矿石是由白云岩破碎后,沿裂隙被黄铁矿、黄铜矿、石英碳酸盐脉等充填组成,矿物组合为自然金、

黄铁矿、黄铜矿、白云石。矿石中金属矿物占5.1%,以黄铁矿为主,偶见明金,该类型矿石中 $w(Au) = 1.0 \times 10^{-6} \sim 18.59 \times 10^{-6}$ 。含黄铜矿-黄铁石英脉型金矿石多呈脉状、透镜状,主要矿物组合为黄铁矿、黄铜矿、石英, $w(Au)$ 一般大于 20×10^{-6} 。

成矿期次可分为热液期和表生期。热液期又可划分为黄铁矿-石英-绢云母阶段()、金-黄铁矿-多金属-石英阶段()、石英-碳酸盐阶段()。第I阶段矿物组合有黄铁矿、菱铁矿、石英、白云石、方解石、绢云母、铁白云石、绿泥石、石墨、电气石等,此阶段金未发生沉淀。第II阶段为主成矿阶段,主要矿物有自然金、黄铁矿、黄铜矿、磁黄铁矿、方铅矿;脉石矿物为石英、白云石、方解石、铁白云石、石墨、电气石等;第III阶段为金矿化之晚期阶段,主要矿物为白云石、方解石、石英、黄铁矿、石墨、电气石。

梧南金矿的矿体中, L_1 与 L_2 规模较大。 L_1 矿体总体走向273°,局部有波动,矿体N倾,矿体单工程厚度最大7.72m,最小0.99m,地表平均厚3.63m。矿体厚度变化系数为68%。地表平均品位 $w(Au) = 14.05 \times 10^{-6}$,钻孔平均品位 $w(Au) = 12.25$

10^{-6} , 品位变化系数 206%, 属很不均匀矿体。 L_2 位于 L_1 矿体之南 10~ 26 m, 矿体延深不大, 浅部钻孔所见该矿体均成为低品位矿, 且厚度多小于 0.8 m。矿体倾向 NE, 倾角 57 ~ 63。除 L_1 、 L_2 矿体外, 矿床范围内还有 3 个规模很小的矿体, 走向 98 ~ 120, 倾向 NNE-NE, 倾角 58 ~ 63, 长 46~ 48 m, 斜深 12 m, 厚 0.84~ 3.5 m。 $w(\text{Au})$ 最高 4.16 10^{-6} , 最低 1.15 10^{-6} 。

4 地球化学特征

4.1 岩石化学

矿区经历了葡萄石-绿纤石相的埋深变质, 南、北分别叠加了后期动力变质和接触变质作用。岩石薄片镜下鉴定表明早期蚀变以硅化为主, 硅化石英多呈粗粒状, 并具有韧形变形。晚期蚀变以碳酸盐化为主, 而且也具有拉长变形, 原岩成分几乎无残

留。
成矿过程中热液对围岩发生交代, 使岩石到矿石物质组分发生很大变化。酸性斑岩的 $w(\text{SiO}_2)$ 最高, 为 76.26%, 其余岩石的 $w(\text{SiO}_2) = 17.29\% \sim 39.9\%$, 平均 35.15%。 $w(\text{Al}_2\text{O}_3)$ 除酸性斑岩偏高外, 其余都 < 8.5%, 最低 1.54%。 $w(\text{MgO})$ 除酸性斑岩偏低外, 其余都 > 3.0%。除绢云母蚀变岩外, $w(\text{K}_2\text{O})$ 均 > $w(\text{Na}_2\text{O})$ 。

4.2 微量元素地球化学

矿区样品的微量元素组成见表 2, 本区变质岩的 Sr/ Ba 比值为 0.07~ 2.11, 与典型太古代泥质岩的 Sr/ Rb(3.0), Ba/ Rb(9.6) (Taylor S. R 等, 1985) 相比明显偏低。球粒陨石标准化和北美页岩标准化后的微量元素蛛丝网图模式曲线(图 2, 图 3) 均呈波谷状, 前者 Cs, Rb, Pb, Sr, Y 明显亏损, Ba, Th, U, Ce, Ta 则相对富集; 后者 Y 呈明显富集, Cr 呈明显亏损。

表 1 梧南金矿床岩、矿石化学分析结果
Table 1 Petrochemical analysis result of Wunan gold deposit

样品名称	分析结果($w_B/\%$)											
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	烧失量
酸性斑岩	76.26	0.90	14.38	1.57	0.53	0.01	0.72	0.78	0.01	2.04	0.37	1.89
含炭质砂屑白云岩	36.1	0.5	5.39	0.86	0.3	0.01	3.08	27.42	0.01	1.15	0.4	4.05
绢云母蚀变岩	39.9	0.51	8.42	0.9	0.35	0.04	8.95	17.42	0.06	0.04	0.34	4.4
含岩屑砂屑白云岩	31.63	0.5	4.88	0.81	0.2	0.03	14.11	17.31	0.1	1	0.37	8.4
深灰色强片理化白云岩	22.22	0.57	1.54	0.64	0.15	0.04	18.54	24.63	0.03	0.04	0.26	5.9

测试单位: 中国科学院贵阳地球化学研究所; 测试者: 李荪容(2003),

4.3 稀土元素地球化学

矿区样品稀土元素组成见表 3, 除酸性斑岩的 REE(203.39×10^{-6}) 较高之外, 其余在 $59.25 \times 10^{-6} \sim 117.78 \times 10^{-6}$ 之间, 平均为 112.86×10^{-6} , 稀土元素总量随 SiO₂ 的增加而增加。La/Yb 为 12.5~ 16.3, LREE/ HREE 为 2.82~ 4.57, 平均 3.68, 为轻稀土富集型。经北美页岩标准化的样品 Eu 有微弱负异常至微弱正异常的特征, 除白云质糜棱岩(矿石) 相对富集 Eu 外, 其他样品 Eu 均有微弱亏损, (Eu_1) = 0.903, (Eu_2) = 0.961, (Eu_3) = 0.995, (Eu_4) = 0.921, (Eu_5) = 1.066。(La/

Yb)_N = 1.21~ 1.58, (La/Sm)_N = 0.88~ 1.32, (Gd/Yb)_N = 1.00~ 1.73, 变化不大, 各样品均出现 Ce 的亏损。经球粒陨石标准化的样品具有明显的 Eu 负异常, (Eu_1) = 0.611, (Eu_2) = 0.663, (Eu_3) = 0.69, (Eu_4) = 0.64, (Eu_5) = 0.75。(La/Yb)_N = 8.2~ 10.7, 平均为 9.4。(La/Sm)_N = 3.0~ 4.5, 平均为 3.9。(Gd/Yb)_N = 1.35~ 2.33, 平均为 1.63。矿石和围岩的稀土配分模式相似, 说明矿石对围岩稀土元素的继承性, 也说明围岩地层为矿源层(国家辉等, 1992; 王秀璋等, 1992)。

表 2 梧南金矿床微量元素组成

Table 2 Microelement analysis of Wunan Au deposit

$w_B/10^{-6}$

编号	1	2	3	4	5	编号	1	2	3	4	5
Li	3.163	10.544	10.763	8.228	3.669	Nb	10.656	6.031	8.256	6.236	1.923
Cr	25.875	64.115	57.56	51.845	22.423	Cs	2.255	0.975	0.916	0.923	0.245
Ni	7.527	28.733	18.438	22.49	8.103	Ba	263.823	279.50	138.95	194.83	56.716
Zn	9.589	346.332	12.047	18.610	11.871	Ta	0.922	0.513	0.621	0.429	0.167
Rb	112.85	46.582	53.125	51.183	13.169	Pb	1.701	76.908	2.444	2.455	186.06
Sr	19.963	195.456	106.13	90.381	119.897	Th	14.835	5.689	7.679	5.746	1.774
Zr	189.643	167.28	184.243	121.061	37.085	U	8.032	2.447	1.889	1.647	0.644

测试单位: 中国科学院贵阳地球化学研究所; 测试者: 冯家毅等; 测试时间: 2003 年 8 月。
注: 样品 1~ 5 名称同表 1。

表 3 梧南金矿床岩、矿石稀土元素丰度

Table 3 Rare earth element composition of Wunan Au deposit

编 号	元 素 ($w_B/10^{-6}$)															
	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y	
1	38.23	79.36	8.81	33.88	6.05	1.08	4.51	0.69	3.64	0.83	2.50	0.37	2.63	0.41	20.40	203.39
2	18.02	34.62	4.08	15.64	2.77	0.58	2.54	0.42	2.30	0.51	1.46	0.19	1.36	0.21	12.96	97.66
3	21.94	42.09	5.08	18.93	3.20	0.70	2.96	0.49	2.68	0.62	1.69	0.24	1.75	0.24	15.17	117.78
4	18.16	32.56	3.71	13.97	2.46	0.49	2.21	0.33	1.87	0.43	1.12	0.16	1.12	0.17	10.46	89.22
5	9.75	19.47	2.54	9.52	1.97	0.48	1.95	0.30	1.66	0.35	0.85	0.11	0.67	0.11	9.52	59.25

样品测试单位: 中国科学院贵阳地球化学研究所; 测试者: 冯家毅等; 测试时间: 2003 年 8 月。
注: 样品 1~ 5 名称同表 1。

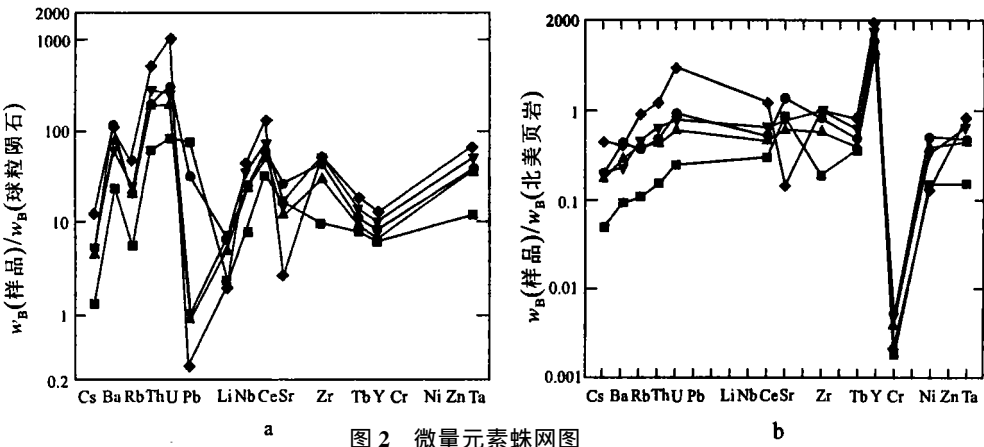


图 2 微量元素蛛网图

Fig.2 The cobweb map of microelement

样品 1 样品 2 样品 3 样品 4 样品 5

5 结论

(1) 梧南金矿的容矿岩石为不纯碳酸盐岩。该

岩性在本区金的质量分数最高(12.5×10^{-9}), 浓集系数 1.43, 变化系数为 212%, 金矿体主要赋存于该岩性层中。沉积地层能否作为矿源层, 要看其是否有较高的金丰度和 Au 能否从其中活化迁移出来, 从地层含金丰度来看, 区内地层金的丰度是地壳克拉

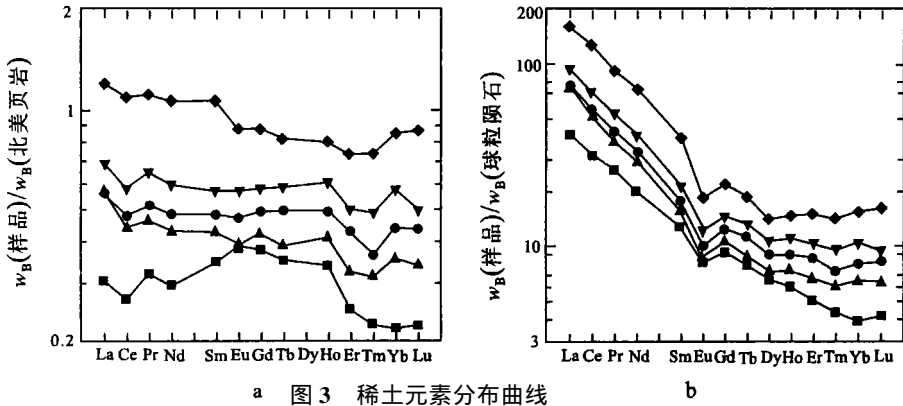


Fig. 3 Distribution curves of rare earth element

样品 1 样品 2 样品 3 样品 4 样品 5

克值的 2.13 倍, 断裂系统的存在进一步提高了热液的淋滤和迁移能力。矿区内的脆性破裂或平移错动造就了该区优越的渗透系统, 为流体从岩石中足量萃取金矿质创造了条件。

(2) 通过对矿床的岩、矿石稀土元素地球化学研究, 认为矿石与近矿围岩的稀土组成和配分曲线基本一致, 表明矿石继承了围岩的稀土元素特征。

(3) 酸性斑岩作为矿区特殊的侵入岩体, 与矿石的稀土元素地球化学特征相似, 且酸性斑岩脉含金量 7.84×10^{-9} , 是地壳中酸性侵入岩丰度 (4.0×10^{-9}) 的 1.96 倍, 可由此推测该脉岩为成矿提供了热液和部分物源, 与成矿关系较密切。

(4) 由于变形和变质的一致性特点, 造成区内矿化沿强应变带展布的特征, 在动力变形变质作用过程中, 导致含矿热液的活化、迁移和富集成矿。

(5) 硅化、黄铁矿化、黄铜矿化等围岩蚀变与金矿关系密切, 是热液运移、停聚的重要场所。绝大多数金矿体(化) 寓于硅化等蚀变岩中。

致谢: 在本文写作中, 地质特征方面的描述参考和引用了新疆地矿局第一地质大队梧南分队报告中的部分资料, 谨致谢意。对野外工作期间给予帮助的新疆地矿局第一地质大队王磊总工、邱斌高工、王世新高工等表示衷心感谢。

参考文献:

- [1] 国家辉, 黄德保, 施立达, 等. 桂西北超微型金矿及其成矿和找矿模式[M]. 北京: 地震出版社, 1992.
- [2] 张良臣, 刘德权, 唐延龄, 等. 新疆的宝藏[M]. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社, 1990.
- [3] 朱赖民, 胡瑞忠, 刘显凡, 等. 关于黔西南微细浸染型金矿床成因的一些初步认识[J]. 矿产与地质, 1997, 11(5): 296-302.
- [4] 贾大成, 胡瑞忠, 冯本智. 微细浸染型金矿床及其成矿作用[J]. 吉林地质, 2002, 21(3): 1-6.
- [5] 肖荣阁, 陈卉泉, 范军. 滇黔桂地区卡林型金矿热液矿物地球化学[J]. 矿物学报, 1997, 17(4): 478-482.
- [6] 王可勇, 姚书振, 张保民, 等. 川西北微细浸染型金矿床石英脉及其特征[J]. 地球科学 中国地质大学学报, 2001, 26(2): 118-122.
- [7] 杨言辰, 王文学, 乔君义. 吉林浑江微细浸染型金矿床地质特征及成因研究[J]. 吉林地质, 1997, 16(1): 42-50.
- [8] 张鸿剑, 程建新, 董连慧, 等. 新疆梧南金矿地质特征及成因探讨[J]. 长春科技大学学报, 2003, 30(增刊): 142-146.
- [9] 赵利青, 白院平, 于凤金. 微细浸染型金矿成矿与找矿的几个问题[J]. 黄金地质, 2001, 7(4): 60-65.
- [10] 何谷先. 微细浸染型金矿床地质特征及控矿因素[J]. 湖南冶金, 1997, (6): 18-21.
- [11] 庞保成, 林畅松. 右江盆地微细浸染型金矿成矿物质来源分析[J]. 地球学报, 2002, 23(6): 547-552.
- [12] 杨蔚华, 刘友梅. 中国沉积型金矿床地球化学及找矿方向[J]. 地球化学, 1997, 26(1): 13-23.
- [13] 李朝阳. 有关卡林型金矿的几点认识[J]. 矿物学报, 1995, 15(2): 132-137.
- [14] 王小春. 微细浸染型金矿研究现状评述[J]. 黄金地质, 1997, 3(1): 72-78.

CHARACTERISTICS OF GEOLOGY AND GEOCHEMISTRY IN WUNAN GOLD DEPOSIT, XINJIANG

CHAO Hui-xia¹, YANG Xing-ke¹, LIANG Guang-lin², MA Li-cheng¹, SUN Ji-dong¹

(1. School of Earth Sciences and Resources Management, Chang'an University, Xi'an 710054, China;

2. No.1 Geological party Bureau of Geology & Mineral Resources Exploration and
Development of Xinjiang, Changji 831100, China)

Abstract: The Carlin-type gold deposit, Wunan gold deposit, was first found recently in carbonate rock stratum. According to the geological background and characteristics of the ore area, the paper distinguish that ore body exist in impurity carbonate rock. REE distribution patterns of the ore and wall rock are similar in right-dipping type abundant with LREE, showing ore-forming inheritance and acidic porphyry, the supplier of heat and parts of ore fluid. Carbonate rock of Carboniferous system become favorable wall rock for gold mineralization and later structure activity make ore materials mobilize for hydrothermal fluid replacement and enrichment.

Key words: Wunan gold deposit; REE geochemistry; Carlin-type

(上接第 99 页)

ORE FLUID GEOCHEMISTRY AND THE DISCUSSION ON ORE GEGESIS OF JINSHAN GOLD DEPOSIT, JIANGXI PROVINCE

LIU Zhi-yuan^{1,2}, JIN Cheng-zhu¹, WANG Rong-hu^{1,3}, LIANG Jun-hong¹

(1. College of Resource and Civil Engineering, Northeast University, Shenyang 110004, China;

2. Institute of Nonferrous Geology & Exploration, Dandong 118008, China;

3. Liaoning Gold Corporation, Shenyang 110006, China)

Abstract: Fluid inclusion studies have been carried out in the Jinshan ductile shear zone type gold deposit. The ore fluid is medium or low in temperature and low in salinity and density. The chemical compositions of inclusions show that the ore fluid is the $\text{Ca}^{2+}-\text{Mg}^{2+}-\text{SO}_4^{2-}-\text{CO}_2$ type. The evidences obtained from fluid inclusions indicate that the ore fluids are mainly mixture fluids, which include metamorphic water and meteoric water enriched in organic matter and some anatectic magma water. Fluids characters in time and space are responded to the coupling of hydrothermal activity and structural development. It is considered that the key factors of gold mineralization are of two or more fluids, sole fluid immiscibility, incorporation of organic materials into sea water system.

Key words: fluid inclusion; ore-forming; anatectic magma fluid; organic matter; Jiangxi province