第30卷第1期 地球科学与环境学报 No. 1 Vol. 30
2008年3月 Journal of Earth Sciences and Environment Mar. 2008

新疆鄯善县梧南金矿床成因及成矿条件

晁会霞[1]，杨兴科[1]，梁广林[2]，姚卫华[3]，曹 洁[1]
(1. 长安大学 地球科学与资源学院，陕西 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；3. 中国石油长庆油田分公司 勘探开发研究院，陕西 西安 710021)

摘要：对梧南金矿床成矿特征及成矿条件进行了分析和研究，发现该矿床的形成受构造、地层及岩性等因素的制约。容矿围岩为不纯碳酸盐岩，矿石矿物组分简单，围岩的热液蚀变发育，以硅化、黄铁矿化为主，金矿物粒径为0.001～0.032 mm，主要载金矿物为黄铁矿。流体包裹体研究表明，成矿压力为(280～440)×10^5 Pa，成矿深度0.93～1.46 km，主成矿期的温度为120 ℃～340 ℃，与国内外卡林型金矿床具有相似特征，将梧南金矿划归为以不纯碳酸盐岩容矿的沉积、构造热液改造型金矿床。

关键词：成矿特征；成矿条件；矿床成因；卡林型；沉积、构造热液改造型；梧南金矿；新疆
中图分类号：P618.51 **文献标志码**：A **文章编号**：1672-6561(2008)01-0024-08

Ore-Forming Conditions and Genesis of Wunan Gold Deposit, Xinjiang Region

CHAO Hui-xia[1], YANG Xing-ke[1], LIANG Guang-lin[2], YAO Wei-hua[3], CAO Jie[1]
(1. *School of Earth Sciences and Resources, Chang'an University, Xi'an 710054, Shaanxi, China*; 2. *No. 1 Geological Party, Xinjiang Uygur Aulonomous Region Bureau of Geology and Mineral Exploration, Changji 831100, Xinjiang, China*; 3. *Department of Exploration, Changqing Oilfield Company of PetroChina, Xi'an 710021, Shaanxi, China*)

Abstract: Research on the characteristics and conditions of ore-forming for Wunan Gold Deposit shows that it is controlled by geological structure, stratum and lithology. The ore body exists in impurity carbonate rock, and the component of mineral assemblage is simple. The well-developed hydrothermally alteration is mainly identified by silicification and pyritization, and the grain size of gold minerals is generally from 0.001 to 0.032 mm. The auriferous minerals mainly comprise pyrite. Studies on fluid inclusion indicate that the temperature of ore formation is from 120 ℃ to 340 ℃, the pressure is from 280 ×10^5 to 440 ×10^5 Pa, and the depth is from 0.93 km to 1.46 km. Through comparing with other Carlin Type Deposits around the world from the aspects of geological characteristics, the ore genesis in the similarity is found. Genesis of the deposit is considered to be a sedimentation-hydrothermal alterative type hosted in impure carbonates.

Key words: ore-froming characteristics; ore-forming conditions; mineral genesis; Carlin Type Deposit; sedimentary and structural hydrothermal alterative type; Wunan Gold Deposit; Xinjiang Region

0 引言

梧南金矿床是新疆地矿局第一地质大队四分队在梧桐沟一带开展金异常检查时发现的，这是本区首次发现碳酸盐岩型金矿床。该矿床位于塔里木陆块北缘活动带，属南天山晚古生代陆缘构造单元[1-2]。以金、铜、铁、盐矿具有优势，区域找矿潜力较大。梧南金矿床属于小型金矿床，与国内外卡林

收稿日期：2007-06-20
基金项目：国家科技攻关项目(85-902-05)；新疆维吾尔自治区矿产资源补偿地质勘查项目(2002)
作者简介：晁会霞(1979-)，女，河南南阳人，博士研究生，从事构造地质与盆地分析研究。E-mail: chaohuixia1@163.com

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

型金矿相比,其矿床特征基本上反映了卡林型金矿的特点,但也有着自身的成矿特殊性[3-4]。由于矿区地处戈壁荒漠,梧南金矿发现至今,研究程度还处在较低水平。

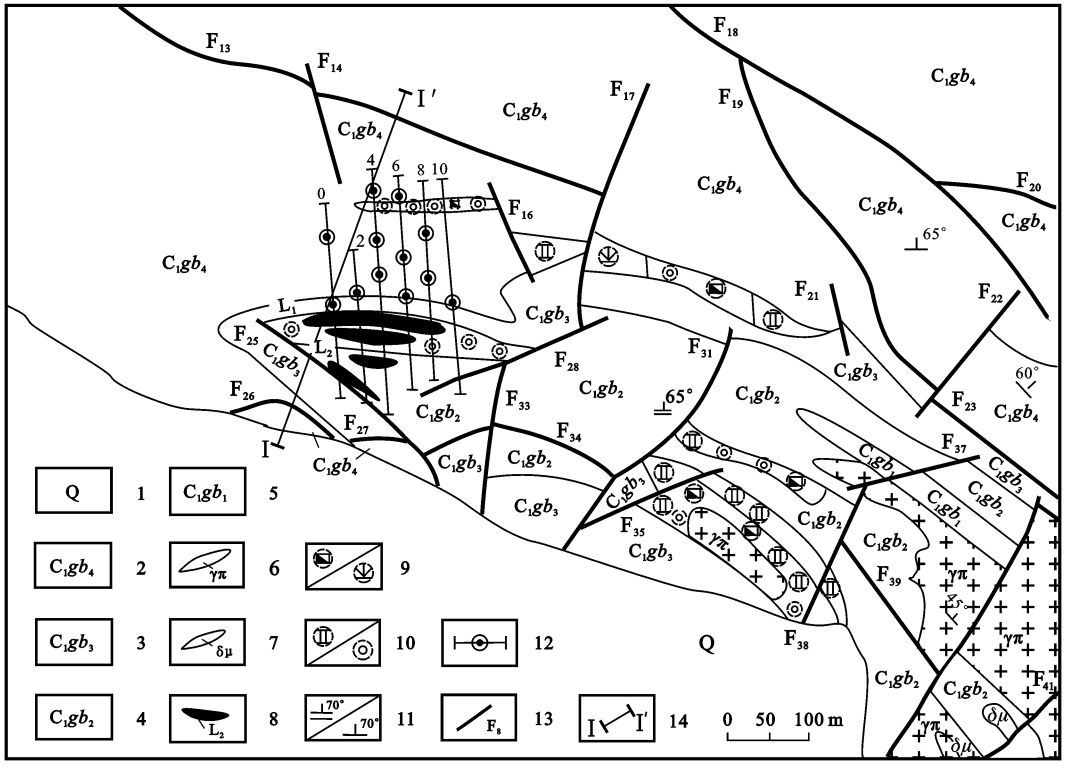
1　大地构造位置

梧南金矿床位于塔里木、哈萨克斯坦两大板块之间,地处塔里木地块北缘的南天山晚古生代陆缘盆地[1-2],经历了漫长的区域地质演化过程。

晚古生代以前,区域上以拉张环境为主,沉积建造以海相为主;晚古生代起,相继转入汇聚、固结阶段,陆相建造增多,以稳定的地台型和冒地槽型沉积为主,沉积了厚度达万米的碳酸盐碎屑岩建造。志留系、泥盆系和石炭系是金和有色金属矿产的重要赋存地层。在泥盆纪,南天山乌勇布拉克一带,接受浅海相陆缘碎屑岩、碳酸盐岩沉积,形成南天山晚古生代陆缘盆地。早石炭世,塔里木板块北缘由被动大陆边缘向活动大陆边缘转化,南天山地区进入新的陆块固结时期,在克孜勒塔格一带生成早石炭世凹陷盆地沉积;早石炭世末,有华力西期岩浆侵入,同时本区地层有一系列断裂、褶皱产生,为本区金、铜等矿产形成提供了良好的成矿条件[3]。

2　矿床地质特征

矿区内仅出露石炭系地层(图 1),南北两侧为第四系洼地。根据资料[5],矿区地层属下石炭统甘草湖组中亚组和上亚组,是由一套不纯白云岩夹薄层灰岩、石英砂岩等组成,总厚度达 2 404 m,受一组北西向的背斜和向斜控制,在倾向上从南向北延伸(图 1)。下石炭统甘草湖组第 2 岩性段为赋矿岩层,从上至下分为 4 个岩性组合层:第 4 层为浅褐色、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;第 3 层为浅黄色、深灰色糜棱岩化陆屑砂屑白云岩夹糜棱岩化陆屑砂屑灰岩透镜体;第 2 层为浅土黄色、褐红色糜棱岩化陆屑砂屑白云岩夹细晶白云岩,褐铁矿化含金蚀变



1 - 第四系冲洪积物;2 - 下石炭统甘草湖组第 2 岩性段第 4 层;3 - 下石炭统甘草湖组第 2 岩性段第 3 层;4 - 下石炭统甘草湖组第 2 岩性段第 2 层;5 - 下石炭统甘草湖组第 2 岩性段第 1 层;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;14 - 剖面线;据新疆地矿局,2000 年,有修改

图 1　梧南金矿床平面地质图

Fig. 1　Geological Plane Map of Wunan Gold Deposit

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

白云岩;第 1 层为灰绿色绢云千糜岩、砂质千糜岩、强糜棱岩化中细粒岩屑砂岩。

2.1 金矿体特征

金矿床赋存于下石炭统甘草湖组第 2 岩性段第 2 层陆屑砂屑白云岩的底部,有明显的成矿专属性。梧南金矿床位于 1 号背斜核部偏北翼,背斜核部为下石炭统甘草湖组第 2 岩性段第 1 层,地层产状为 45°∠50°~60°,背斜两翼均由第 2 岩性段第 2 至第 6 层组成。北翼地层出露较为齐全,地层产状为 15°~40°∠40°~65°,南翼仅在部分地段出露第 2 岩性段第 2 至第 3 层,地层产状为 10°~30°∠45°~60°,其余地层被第四系覆盖。南翼地层均发生倒转,轴面倾向北西,属同斜倒转背斜(图 1)。梧南金矿床共有矿体 6 个,矿体均位于第 2 岩性段第 2 层地层中,其中 L_1 为主矿体,其余矿体规模均较小。L_1 矿体在地表形态规则,出露长 200 m,东部出露最大,厚度约 11 m,向西逐渐变小,矿体总体走向 93°~273°,局部有波动,矿体北倾,地表浅部倾角 53°~63°,向下变缓到 44°~48°,矿带基本属缓倾斜产状。L_1 矿体单工程厚度 0.99~7.72 m,地表平均厚 3.63 m。矿体厚度变化系数为 68%。地表金平均品位 14.05×10^{-6},钻孔金平均品位 12.25×10^{-6},金品位变化系数 206%,属很不均匀矿体。

2.2 金矿物特征

2.2.1 金的赋存状态与粒度

梧南金矿床发现的金矿物较单一,仅见自然金。矿石中金矿物粒度细小,不均匀分布,肉眼不易识别。主要载金矿物为黄铁矿,其次为石英脉、黄铁矿石英碳酸盐脉和多金属硫化物石英脉,部分金产于褐铁矿和孔雀石中。金矿物主要以包裹金形式赋存于黄铁矿(褐铁矿)、石英晶体中,少量赋存在黄铜矿中。自然金呈他形,多见于多金属硫化物脉型金矿石中,以粒状为主。矿石中金矿物的粒度普遍较细,在 0.001~0.032 mm 内,以微细粒金为主,占 93.3%(图 2)。

2.2.2 矿石矿物组合

梧南金矿床矿石矿物组分简单,已查明的矿物共计 25 种。其中金属矿物有 13 种,主要为黄铁矿,少量黄铜矿、方铅矿、磁铁矿、赤铁矿、菱铁矿、自然金以及含铜、铁的系列矿物。脉石矿物有 12 种,主要有白云石、石英,少量绢云母、绿泥石、铁白云石、石膏、方解石,矿石类型主要有氧化矿石和原生矿石两大类。氧化矿石为地表和近地表矿石,组成矿物以次生矿物为主,有褐铁矿、针铁矿、孔雀石、铜蓝、黄钾铁矾等,并有少量残余黄铁矿。氧化矿石经次生富集,含金品位较高。原生矿石分为蚀变岩型矿石和黄铜矿、黄铁矿石英脉型金矿石。蚀变岩型矿石,矿物组合为自然金、黄铁矿、黄铜矿、白云石。含黄铜矿、黄铁矿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。

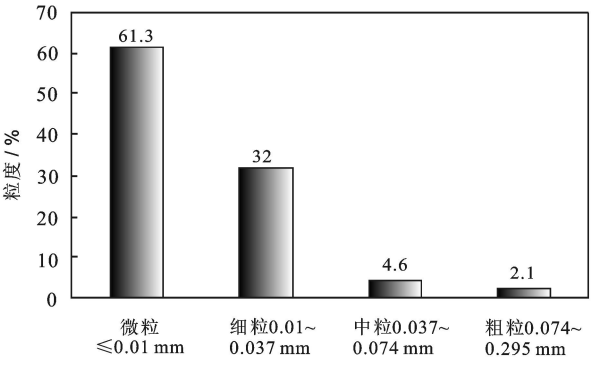


图 2 梧南金矿床金矿物粒级比例

Fig. 2 Grain Grades of Gold Mineral in Wunan Gold Deposit

2.2.3 矿物生成顺序

梧南金矿成矿期可划分为热液期和表生期。热液期又划分为黄铁矿、石英、绢云母阶段(Ⅰ);金、黄铁矿、多金属、石英阶段(Ⅱ);石英、碳酸盐阶段(Ⅲ)。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,主要组成矿物有自然金、黄铁矿、黄铜矿、磁黄铁矿、方铅矿。脉石矿物组合为石英、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,主要矿物组合为白云石、方解石、石英、黄铁矿、石墨、电气石。

2.3 围岩蚀变特征

矿床围岩蚀变发育,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,矿区绢云母化和碳酸盐化反映介质为弱碱—碱性条件。根据石英包裹体矿液盐度测试,氯化钠质量分数为 9.2%~13.9%,平均为 11.78%,盐水相对丰富,盐度与东疆地区各类型金矿主成矿期的盐度 11.62% 相当,有利于金矿物的富集。热卤水迁移金时,与

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

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[6]。

3　成矿条件

3.1　矿区构造

伊尔托古什布拉克韧、脆性剪切带位于矿区南部(图 3),呈近东西向展布,东西两侧延出区外,受到韧性断裂影响的岩石为下石炭统干草湖组第 2 岩性段,韧性剪切带属推覆走滑型,形成于板块碰撞诱发的板内推覆运动及其后期的水平走滑运动的复杂构造叠加作用。该带的规模、形成深度、分布范围还不能与康古尔雅满苏等大型面状韧性剪切带相比,但其构造样式、剪切变形结构的复杂性不失其系统、全面。

该带韧性变形强度具明显分带性。由于韧性剪切变形在递进方向上强度不均一,导致了南部强韧性剪切带的糜棱岩千糜岩系列和北部弱糜棱岩化岩石系列有明显差异。从图 3 中可以看出,在矿区南部的 F_{42} 号断裂及其北侧附近韧性剪切变形强烈。将该剪切带划分为 3 个变形期次:第 1 期为中深部构造层次的南北向逆冲剪切运动。第 2 期为近东西向左行走滑韧性剪切运动,形成大量由 S_2 构成的剪切褶皱、倾竖褶皱、S-C 组构、石香肠构造、旋转碎斑系、剪切透镜体及雁行脉。在该期运动的同时,沿韧性剪切带充填的酸性斑岩脉为主的中酸性岩脉,也受到强韧性剪切变形作用,形成糜棱岩。第 3 期为中浅部构造层次的膝折作用。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。根据各种宏、微观韧、脆性剪切标志显示,受到韧性断裂影响的岩石为下石炭统干草湖组第 2 岩性段第 1 层中的岩屑砂岩、粉砂岩中,其岩性层处于强变形带,均发生强糜棱岩化,局部形成千糜岩(图 4)。

矿化带位于下石炭统甘草湖组第 2 岩性段第 1 层与第 2 层的接触部位,呈北西—南东向条带状展布。矿化带及其以北地层处于弱变形带,韧性剪切微弱至消失,发生弱糜棱岩化,主要是劈理、片理化的改造作用。

矿区断裂发育,空间展布形式主要有北西—南东向断裂和北东—南西向断裂。伊尔托古什布拉克韧、脆性剪切带对矿区影响较大,剪切构造作用将机械能转化为热能,为金的活化迁移提供能量;同时热能加热地下溶液,使其活性增大,充分萃取围岩中以易活化形式存在的成矿元素,形成含矿热液。另外,剪切构造作用形成的劈理化带、糜棱岩化带等提供了含矿热液运移的通道,使其能在更大范围循环,萃取更多的成矿物质。其次,剪切构造

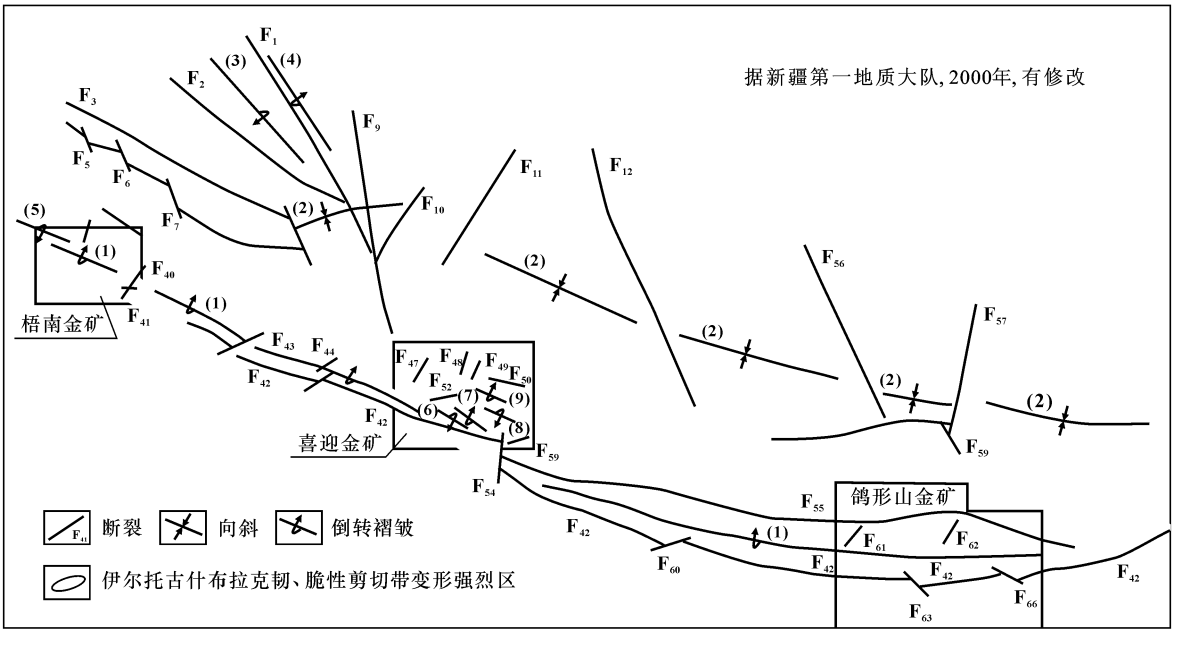
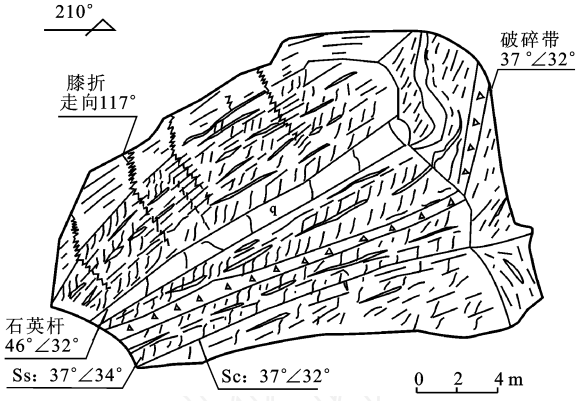


图 3　矿区构造分布

Fig. 3　Tectonics Distribution of Wunan Gold Deposit

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

作用过程中形成了大量糜棱岩,它使岩石、矿物粒末化、矿物晶格变形、增加元素的活性及扩散速度,增大了渗透性,有利于热液流动,此外,粒末化过程还增加了迁移。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[7]。



第 1 期:S-C 组构;第 2 期:石英杆;第 3 期:膝折,破碎带;据新疆第一地质大队,2000 年,有修改

图 4 矿区中南部糜棱岩化岩屑砂岩中的韧性剪切构造标志

Fig. 4 Structural Sign of Ductile Shear in Mylonitic Litharenite in the Middle-South of Wunan Gold Deposit

控矿褶皱多为不对称紧闭同斜倒转褶皱,包括背斜和向斜。梧南金矿均位于矿区背斜的偏北翼。

综上所述,矿区内甘草湖组中的韧、脆性变形带,倒转同斜褶皱核部及其与北东、北西向构造的叠加部位,是最佳的控矿、容矿场所。

3.2 地层及岩性

3.2.1 地层含金性分析

根据矿区地质、地球化学剖面测量岩屑样的分析结果(表 1),矿区内地层(碎屑岩、碳酸盐岩建造)金质量分数较高,平均为 7.47 $\times10^{-9}$,是地壳中碳酸盐岩丰度值(3.5 $\times10^{-9}$)的 2.13 倍,可见地层中金的高背景值是区域性的,表明该套地层可能为金的初始矿源层之一。

矿区内的矿化蚀变带位于下石炭统甘草湖组第 2 岩性段第 1 层岩屑砂岩与第 2 层陆屑砂屑白云岩的接触部位,梧南金矿床赋存于第 2 层陆屑砂屑白云岩的底部,容矿岩石为不纯碳酸盐岩、浅黄色砂屑白云岩,具易溶、高渗透性,并含有少量有机炭和生物碎屑。酸性斑岩中金元素质量分数背景值较高,平均为 7.84 $\times10^{-9}$(表 1),为地壳中酸性侵入岩丰度值(4.0 $\times10^{-9}$)的 1.96 倍,可见该岩脉与金成矿有一定的密切关系。

3.2.2 岩石含金性分析

在主要岩石类型中,金元素质量分数在陆屑白云岩中几何平均值最高,达 12.36 $\times10^{-9}$(表 2),说明除成矿因素影响外,陆屑白云岩金的原始质量分数比较高。该类岩性可能是矿源层的主要岩石类型,不仅如此,它还有最大的方差,表明其均匀性较差的特点。其次含金较高的为砂质白云岩,含金几何平均值为 9.69 $\times10^{-9}$,其他岩性中,金的几何平均值差异不大。含石英脉碳质砂屑白云岩中金质量分数较高(7.12 $\times10^{-9}$),则与后生成矿成晕作用有关。

表 1 矿区金元素背景参数

Tab. 1 Statistics of Background Parameters of Gold Element in Wunan Gold Deposit

岩 性	地层代号	w(Au)/10^{-9}	X	S	V/%	G	N
岩屑砂岩	C_1gb_1	2.0～50	10.17	2.73	26.84	2.91	19
陆屑砂屑白云岩	C_1gb_2	2.0～34	7.70	1.93	25.10	2.20	86
含碳质砂屑白云岩	C_1gb_3	1.6～36	5.44	2.05	37.68	1.55	30
酸性斑岩	$\gamma\pi$	2.0～20	7.84	1.92	24.49	2.24	22
全区		1.6～50	7.47	2.08	27.84	2.13	157

注:X 为几何平均值;S 为标准差;V 为变化系数;G 为浓集系数;N 为样品数

表 2 梧南金矿床金元素在不同岩性中的分配

Tab. 2 Distribution of Gold Elements in Different Lithologies in Wunan Gold Deposit

w(Au)/10^{-9}	生物碎屑白云岩	含碎裂岩白云岩、砂屑白云岩	陆屑白云岩	钙质粉砂岩	含碳质砂屑白云岩	硅化白云岩	砂质白云岩(局部含碳)	含石英脉碳质砂屑白云岩	构造角砾岩
X	6.39	5.03	12.36	5.53	5.53	4.72	9.69	7.12	6.54
S	2.03	1.77	4.50	2.46	1.49	1.42	2.75	2.87	1.73

注:X 为几何平均值;S 为标准差

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

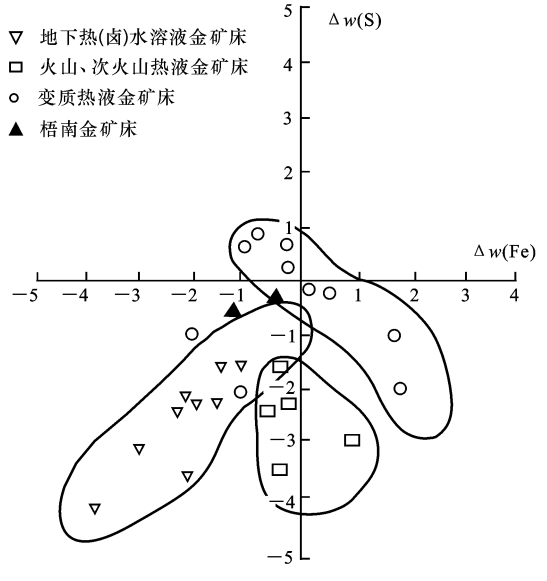
矿体赋存于下石炭统甘草湖组第 2 岩性段第 2 层底部的白云岩和砂屑白云岩中,受层位控制明显。地层中金含量较高地段恰是金矿的赋矿层位,可视为金矿成矿的主要矿源层之一。

矿区热液活动发育,主要是酸性斑岩脉。脉岩产状基本与地层一致,其顶部常与第 2 层底部的矿化蚀变带直接接触,说明金矿的生成与酸性斑岩在空间上具有一定的联系。虽然各类脉岩与金矿成矿在物质成分上的内在联系需进一步工作得以揭示,但它们为金矿成矿提供了热动力条件是可能的[8]。

3.3　成矿深度及物理化学环境

Hollister V F 等认为,卡林型金矿与火山热泉型金矿床有近似的地质特征,都属于浅成低温热液矿床。矿物流体包裹体测温研究表明,卡林型金矿形成温度为 100 ℃～250 ℃[6],少数矿床达 300 ℃,其形成深度 1.0～1.5 km,少数矿床达 2.0 km。

根据石英包裹体测试结果,梧南金矿床成矿压力为(280～440) ×10^5 Pa,成矿深度 0.93～1.46 km,主成矿期的温度 120 ℃～340 ℃,与国内外卡林型金矿的成矿温度、压力相近[9]。应用不同成矿阶段的黄铁矿 $\Delta w(Fe)-\Delta w(S)$ 图解(图 5),对其成矿化学环境进行了判别。经投图分析,投点落在变质热液与地下热(卤)水金矿床的交汇处,说明成矿热液有可能为变质热液与地下热(卤)水。



$\Delta w(Fe) = w(Fe) - 46.55$, $\Delta w(S) = w(S) - 53.45$(据黄绍峰,1987)

图 5　不同成矿阶段的黄铁矿 $\Delta w(Fe)-\Delta w(S)$ 图解

Fig. 5　$\Delta w(Fe)-\Delta w(S)$ Diagram of Pyrite in Different Ore-Forming Phases

4　矿床成因

4.1　卡林型金矿特征

Romberger S B 根据对美国卡林型金矿的研究认为,矿床是由热液作用形成的,在成分不同的容矿岩石中所含细分散金具有经济价值,矿化很少受或不受组构的控制。矿石呈浸染状、细脉浸染状,金通常呈次显微或显微颗粒。矿床产在各个时代的沉积岩石中,矿化可能与第三纪某些热事件有关[10]。涂光炽认为,这一类型金矿床的特点以及区别于其他类型金矿之处在于:矿床多赋存于显生宙未变质的碳酸盐岩与细碎屑岩建造中;矿床常出现于已知汞锑矿带及其附近或延伸方向;原生矿石金矿物颗粒以微米级和次微米级占主导地位;矿石金属矿物主要为含砷黄铁矿、毒砂、辉锑矿、辰砂、雄黄、雌黄,元素组合为砷、锑、汞、铊、钡、金;是相当典型的层控浸染状低温浅成热液矿床[11]。近来杨蔚华等又赋予卡林型金矿床一个泛称,即沉积岩型金矿,是指产在未经区域性浅变质的细碎屑岩、碳酸盐岩和硅质岩中的金矿床[12]。

由于卡林型矿床种种特征及其变化,至今很难建立一个适用于所有该类矿床的一般模式。然而,有一些特征是这类矿床所共有的,在研究这种矿床成因时应考虑以下 6 个方面[11]:

(1) 以沉积岩为容矿岩石的卡林型金矿床,大多产于陆壳地块边缘或两陆壳地块之间过渡带的沉积岩发育区。

(2) 卡林型金矿床的围岩蚀变较弱,矿化与围岩界线不明显。

(3) 矿床中成矿元素组合为金、砷、锑、汞、铊、钡,金与砷的地球化学关系尤其密切,上述元素具有中低温热液矿化特征。

(4) 原生矿石中金呈显微、次显微状,金大多与含砷硫化物矿物密切共生。

(5) 矿床成群成带分布于区域性走向深大断裂夹持区,这些断裂控制着沉积盆地的发展演化。

(6) 与矿床形成有成因联系的沉积岩相带受同生断裂所控制,该岩相具有由复杂多变的岩性组合特征[13-14]。

4.2　梧南金矿床成因

卡林型金矿指产于碎屑岩及碳酸盐岩类沉积岩或极浅变质的沉积岩中,显示中低温的矿物共生组合和围岩蚀变特点,金的粒度主要为次显微、显微级

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

的浅成中低温热液金矿床,其定义包括 3 方面[6]:

(1)金矿床的容矿围岩为未经变质或变质程度极浅的沉积岩,主要为细碎屑岩和碳酸盐岩类岩石。

(2)金矿中矿石矿物的共生组合和围岩的热液蚀变,均具有中低温热液成矿作用的特点(在国内外卡林型金矿床中,成矿元素的组合特征以低温元素组合金、锑、砷、汞最为普遍)。

(3)金矿物及载金矿物都显示了微细粒结构的特点,矿石则以浸染状构造为主。

以上特点不仅是卡林型金矿的本质特征,而且是鉴别某个矿床能否归入卡林型金矿的主要标志[8]。

梧南金矿床属于小型金矿床,与国内外卡林型金矿相比,规模较小,但其矿床特征基本反映了卡林型金矿的特点,具体表现为(表 3):

金矿床的容矿围岩为一套不纯碳酸盐岩,以石炭系地层葡萄石、绿纤石相的区域埋深变质作用为特征,葡萄石、绿纤石相属于极低级变质,各类沉积岩的原生组构未受破坏。矿区中南部叠加有动力变质作用,变质强度北弱南强,矿化带南部发生强糜棱岩化,矿化带及其以北地层发生弱糜棱岩化。

梧南金矿床成矿元素组合为金、银、铜、锑、铋。围岩蚀变主要有细脉浸染状硅化、铁白云石化、绢云母化及碳酸盐化。自然金呈它形,多见于多金属硫化物脉型金矿石中,以粒状为主。矿石中金矿物的粒度普遍较细,多集中在 0.001～0.032 mm 的粒级内,以微细粒金为主,载金矿物主要为黄铁矿、隐晶状石英、白云石晶体。

通过表 3 可见,梧南金矿与国内外卡林型金矿在容矿岩性、围岩蚀变等方面具有一致性:

(1)卡林型金矿床均赋存于沉积岩中不同岩性接触部位,具有明显的"层控性"特点,普遍受断裂控制,并往往与背斜、穹隆等褶皱构造有关。

(2)围岩蚀变以硅化为最重要和最普遍,其次为黄铁矿化和碳酸盐化。

表 3 梧南金矿床与卡林型金矿床地质特征对比

Tab.3 Contrast of Geological Characteristics between Wunan Gold Deposit and Carlin Type Deposit

地质特征	新疆鄯善梧南金矿床	贵州板其金矿床	秦岭二台子金矿床	四川东北寨金矿床	广西高龙金矿床	美国内华达州卡林型金矿床
规模	小型	中型	中型	大型	大型	特大型
元素组合	金、铋、铜、锑	铜、砷、锑、汞、银	金、砷、锑、铜、锰、钡	金、砷、锑、汞、钨	金、银、砷、锑、汞	金、锑、汞、砷、银、钡、(铊)
赋矿地层	下石炭统甘草湖组碎屑岩与碳酸盐岩接触部位	下三叠统紫云组上段粘土岩及粉砂岩	中泥盆统古道岭组上段不纯灰岩与上泥盆统星红铺组泥板岩岩相过渡转换部位	石炭系中下统、二叠系下统的碳酸盐建造,以及三叠系上统的新都桥组和侏倭组	二叠系碳酸盐岩与三叠系细碎屑岩之间的接触带上	志留纪—泥盆纪的碳质和泥质不纯碳酸盐岩地层
控矿构造	背斜核部与北东向断裂的交汇部位、韧性剪切带	受纳板穹隆、F_1 断层及层间断裂带联合控制	北东、北西向次级断裂与东西向主断裂的构造交汇处多发育呈筒状、串珠状、豆荚状矿体	深、大断裂带及其旁侧为主,次为几组构造交汇处及岩体内外接触带附近的断裂	高龙穹隆四周接触带 F_3、F_2、F_1 和 F_4 等构成的环形断裂	塔斯卡罗拉山背斜地区,受罗伯茨山逆冲断层下盘高角度正断裂的控制
自然金特征	显微状	主要以吸附状存在于粘土矿物中	为次显微金	$AuH_3SiO_4^0$ 和 $Au(HS)^{2-}$ 为金的主要迁移形式	超显微自然金状态	显微、次显微状
载金矿物	黄铁矿、隐晶状石英、白云石晶体	水云母等粘土类矿物	含砷黄铁矿	石英、黄铁矿、辉锑矿	黄铁矿、毒砂	含砷黄铁矿、毒砂、砷黝铜矿、雄黄、雌黄
蚀变作用	硅化、铁白云石化、绢云母化及碳酸盐化	硅化、黄铁矿化、辉锑矿化和碳酸盐化	硅化、铁白云石化、铁方解石化、重晶石脉状体	以硅化、黄铁矿化为主,地表的褐铁矿化为显著标志	硅化、黄铁矿化、毒砂化和辉锑矿化	碳酸盐化、硅酸盐矿物的粘土化、硅化
岩浆活动	华力西期钾长花岗岩与成矿无直接成因联系。酸性斑岩、闪长玢岩脉伴随矿体	与燕山期幔源岩脉贯入具有时间对应关系	未见岩浆作用与成矿的直接成因联系,但岩浆活动提供的动热能量加强了成矿作用的进行	以中酸性浅成岩为主,特别是闪长玢岩、花岗斑岩为直接赋矿岩石	火成活动不发育	第三系流纹岩提供成矿热液。花岗闪长岩、闪长玢岩与成矿无直接联系
资料来源	本文	朱赖民等[15]	张复新等[11]	郑明华等[16]	胡明安等[8]	赵省民等[12]

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

(3)梧南地区火成活动不发育,这与美国典型的卡林型金矿不同,而与中国其他卡林型金矿一致。

与国内外卡林型金矿相比,梧南金矿在矿床规模、矿物粒度及成矿元素组合等方面存在不同之处,具体表现在:

(1)梧南金矿床规模偏小,而国内卡林型金矿规模均为中型以上,美国卡林金矿为超大型。

(2)梧南金矿床金矿物主要包裹在黄铁矿中,缺少含砷硫化物,美国卡林型金矿床矿石中金矿物主要呈薄膜状附着在黄铁矿表面[3]。

(3)卡林型金矿床的次显微粒级金(< 0.2 μm)占 90 %以上[17],而梧南金矿床的金颗粒虽然以微细粒金为主,但多集中在 0.001～0.032 mm 的粒级内。

(4)梧南金矿成矿元素组合不含砷元素,缺少典型的低温矿物组合。

综上所述,梧南金矿床是产在沉积岩中的小型碳酸盐岩型浸染状金矿,与美国的卡林型金矿床在含矿岩系、金的显微粒度、成矿温度、压力及围岩蚀变等方面十分相似[18],但是梧南金矿矿石金属矿物未见含砷黄铁矿、毒砂、辉锑矿、辰砂、雄黄、雌黄,缺少典型的低温矿物组合,按卡林、类卡林型金矿的严格定义,梧南金矿床划归为类卡林型金矿存在一定的争议,作为矿床研究初期,为避免一些成因细节的争论,这里按容矿围岩划分,将梧南金矿归属为以不纯碳酸盐岩容矿的沉积、构造热液改造型金矿床。广义的沉积岩型金矿类型泛指以沉积岩为容矿岩石,成矿热液主要来自地下循环卤水的一种金矿类型[11,19]。

5　结语

(1)矿床的形成受到地层、构造及岩浆活动等地质条件的影响。区域上长期复杂的构造演化为梧南矿金、铜等矿产的形成提供了良好的成矿条件。矿体赋存于下石炭统甘草湖组第 2 岩性段第 2 层底部的白云岩和砂屑白云岩中,受层位控制明显。矿区内甘草湖组中的伊尔托古拉克韧、脆性变形带和倒转同斜褶皱核部及其与北东、北西向构造的叠加部位,是最佳的控矿、容矿场所,岩浆作用对该区的成矿作用不大,但金矿的生成与酸性斑岩在空间上具有一定的联系。

(2)与国内外卡林型金矿床容矿岩性、围岩蚀变等方面具有一定的相似性,而在矿床规模、矿物粒度及成矿元素组合等方面存在不同之处。初步将梧南金矿划归为以不纯碳酸盐岩容矿的沉积、构造热液改造型金矿床。

撰文与野外工作期间得到孙继东老师和王磊、邱斌、王世新高级工程师的帮助指导,谨致谢忱。

参考文献:

[1] 马汉峰,张子敏,蔡根庆,等. 南天山东段金矿化分带特点及远景预测[J]. 铀矿地质,2002,18(5):282-286.

[2] 李志泉,郑　健,牛定杰,等. 新疆吐哈盆地南缘康古尔塔格地区 1∶20 万金、铜、铅、锌第二轮成矿远景区划报告[R]. 乌鲁木齐:新疆地矿局,1994.

[3] 梁广林,王世新,陈　杰,等. 新疆喜迎金矿床地质特征及成因类型探讨[J]. 新疆地质,2004,22(2):178-182.

[4] 杨兴科,孙继东. 新疆鄯善县梧南金矿床原生晕特征研究[R]. 乌鲁木齐:新疆地矿局,2003.

[5] 梁广林,陈　刚,李曾民,等. 新疆维吾尔自治区鄯善县喜迎、梧南金矿普查报告[R]. 乌鲁木齐:新疆地矿局,2000.

[6] 张贻侠,寸　圭,刘连登,等. 中国金矿床进展与思考[M]. 北京:地质出版社,1996.

[7] 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.

[8] 胡明安,庄新国,赵颖弘. 广西高龙卡林型金矿的成矿与找矿[M]. 武汉:中国地质大学出版社,2003.

[9] 赵省民,聂凤军,江思宏,等. 美国内华达卡林成矿带的金矿地质特征[J]. 内蒙古地质,2000(2):14-21.

[10] Romberger S B. Ore Deposits, Disseminated Gold Deposits [J]. Geoscience Canada, 1986, 13(1): 27-32.

[11] 张复新,宗静婷,马建秦,等. 秦岭卡林型金矿床及相关问题探讨[J]. 矿床地质,1998,17(2):172-184.

[12] 杨蔚华,刘友梅. 中国沉积岩型金矿床地球化学及找矿方向[J]. 地球化学,1997,26(1):13-23.

[13] 王建业. 中国秦岭地区卡林型金矿成矿模式[J]. 广西科学,1995,2(4):24-27.

[14] 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.

[15] 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.

[16] 郑明华,顾雪祥,周渝峰. 四川东北寨微细浸染型金矿床成矿物理化学条件和成矿过程分析[J]. 矿床地质,1990,9(2):129-140.

[17] 李金宝,李荣西,李伍平. 河南卢氏石门金矿床载金矿物及微量元素特征[J]. 长安大学学报:地球科学版,2003,25(4):44-47.

[18] 潘　彤,孙丰月,邵　军,等. 美国与中国西部卡林型金矿的对比[J]. 地质与资源,2003,12(4):248-252.

[19] 史光德,刘新会,张永文,等. 镇旬盆地金矿地质特征及找矿方向[J]. 地球科学与环境学报,2005,27(3):10-14.

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net