维普资讯 http://www.cqvip.com

铜矿床，金，银，赋存状态，分布模式

27-32

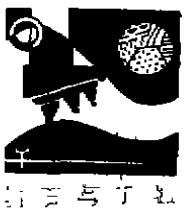
铜陵老鸦岭 Au、Ag 的宏观和微观分布型式

周建平 陈 武 魏元柏
（南京大学地球科学系·210008）
肖万生
（中国科学院广州地质新技术研究所）

P618.410.4

该矿区铜矿化和锌铅矿化主要发生在二叠系和三叠系的灰岩、白云岩化灰岩、硅质和炭质页岩中，部分岩石具有较高的 Au、Ag 等元素的背景值。石英闪长玢岩规模较大者，与铜矿化和其他矿化关系密切。主要矿石类型有夕卡岩型、硅质页岩型和角岩型 3 种。金主要以吸附形式存在胶状硫化矿物和草莓状黄铁矿中，在角岩中，金品位较高且见有较大颗粒的自然金。通过对 3 个中段的系统采样分析和计算机处理，得出该矿区金、银等有关元素的宏观分布模式。

关键词 金赋存状态 金银分布模式 老鸦岭铜矿



老鸦岭与大团山、冬瓜山、东山和西山铜矿床同属于铜陵狮子山铜矿，是长江中下游地区沉积热液多金属块状硫化物成矿带的一部分。铜、铅、锌及局部的金、银矿化等都发生在二叠系和三叠系的灰岩、白云质灰岩、硅质和炭质页岩中。其中相当数量的浅成岩体表明岩浆作用是长期的和多阶段性的，由于岩浆提供热量和一定量的热液，使沉积岩中的硫化矿物发生再结晶作用并使赋存其中的金、银等元素向外运移，形成富含 Au 或 Ag 边缘的硫化矿物，而在角岩型矿石中由于热变质强度增大，使金、银、铋等元素进一步排斥于硫化矿物之外，从而形成高成色的自然金和自然银、自然铋等矿物。热变质作用是引起成矿元素如 Cu、Fe、Mo、Bi、Ag 和 Au 活化、转移和再结晶的重要因素，也是导致金分布极度不均匀的主要原因。

1 矿石类型和硫化矿物

老鸦岭矿区以层状铜矿化和夕卡岩型矿化为主。层状、似层状矿体主要分布于二叠系大隆组中，少量在三叠系。在辉石闪长岩、闪长岩、石英闪长岩和闪长玢岩的周围，视其围岩性质不同而分别出现强度不等的夕卡岩型矿化（以铜、铅、锌矿化为特征）和角岩型矿化（以金矿化为特征）。

前人[1,2]大量的研究表明，该地区二叠系大隆组许多层位中的成矿元素都具有较高的背景值。一些层位的 Cu 含量可高达 0.1%～0.16%。大隆组主要为薄层至厚层状大理岩、白云石化大理岩和硅质、炭质页岩等，后者出现主要呈细条带状产出的胶状或草莓状黄铁矿、黄铜矿、磁黄铁矿等。另外，该层部分岩石有机碳的含量非常高，可达 0.02%～0.4%（覃祖文等）。这些物质可能成为金活化、迁移的重要介质。有证据显示，这些地层是该矿区

本文 1995 年 1 月收到，范苦芬编辑。

维普资讯 http://www.cqvip.com

成矿物质尤其是金、银等元素的主要来源。

按矿石矿物的共生组合和成因，可将该矿区的矿石分为夕卡岩型、角岩型、硅质页岩型3种，分别占矿石总量的46%、4%和50%。

夕卡岩型矿石由一系列典型的夕卡岩矿物钙系石榴子石、透辉石、透闪石以及少量符山石和矽线石组成。主要分布于石英闪长玢岩与灰岩或泥灰岩的接触部位。主要矿石矿物有黄铜矿、黄铁矿、闪锌矿、磁黄铁矿、方铅矿等。次要矿物有自形具环带结构的辉砷钴矿、辉砷镍矿、自然银、自然铋等。矿石构造为脉状或块状。矿石中的黄铜矿和片状方黄铜矿共生组合可作为矿物形成温度不低于350℃的标志。而闪锌矿中的铁含量为12%～14%，表明是高温热液矿物共生组合。

炭质、硅质页岩的热变质作用导致了角岩型矿石的形成，主要产于页岩与中酸性侵入岩体的接触带，赋存于页岩中沉积成因的硫化矿物发生再结晶作用，形成一些细脉状和浸染状铜矿石。硫化矿物一定程度的再结晶作用使其原有的胶状或草莓状结构消失并出现不同程度的结晶结构，在扫描电镜中一些硫化矿物的边部显示富Au、Ag、Bi等现象，还常见高成色的自然金颗粒充填于硫化矿物和石英等矿物的裂隙或其边缘。在硅质页岩矿石中，依然可保存有层状结构，相当一部分矿石见有清晰的胶状硫化矿物和草莓状黄铁矿。铜矿化主要表现为微细脉状黄铜矿和磁黄铁矿微脉切割黄铁矿或充填于裂隙中，部分充填于矿物颗粒间。金、银矿化不显著，基本与背景一致。

2 金、银的分布及与硫化矿物的关系

对－160m、－190m和－220m中段进行系统采样，样品数依次为55个、134个和183个。样品点分布于主坑道和25m间隔的各穿脉坑道。主要分析元素为Au、Ag、Cu、S。分析方法为原子吸收光谱法(AAS)和常规化学分析。数据经计算机处理后，可得出各中段有关成矿元素的分布模式(图1)。从直观的三维分布模式图上得出以下几点结论。

(1)深部(－220m中段)金的富集程度要比浅部(－160m中段)高。无论是金异常还是背景丰度值，以－220m中段最显著。－190m中段次之，而－160m中段金矿化最差。这种变化是逐渐过渡的。

(2)金以极不均匀的分布模式赋存于整个矿床中，总体上金品位尚达不到作为金矿单独开采，但值得注意的是仍然有一些具有远景的部位，如矿床的南西部近岩体处，具有较明显的金异常，且表现有上下一致的较为稳定的单金异常。

(3)Au、Ag、Cu、S等元素之间的相关关系如表1。从图1和表1均可看出，Au与其他元素之间的相关关系远不及Ag与其各元素的相关关系。其中以Ag与Cu关系最为密切，Ag与S次之。Au与Ag以及硫化作用强度并不表现为完全一致的消长关系，但又具有一定程度上的依赖关系。这种特点说明金矿化作用是独立于硫化作用的一种成矿后地质作用。从产状上看，金矿化异常点位于该矿区的南西端，在石英闪长玢岩附近，岩性主要为含炭质的角岩，它是炭质或硅质页岩在经受长期强烈热变质作用之后形成的，其中仍可保留部分条带结构，无明显热液活动痕迹。金的富集作用很可能与这种热变质作用有关，在这一过程中，沉积成因的胶状硫化矿物经多次再结晶作用，将赋存其中的吸附金逐渐排斥体外，从而形成不同粒度且具有较高成色的自然金。这一过程可能并不涉及到热液成矿作用。

表1 Au、Ag、Cu、S的相关关系

中 段	样品数	Au－Ag	Au－Cu	Au－S	Ag－Cu	Ag－S
－160m	55	0.22	0.18	0.24	0.90	0.70
－190m	134	0.33	0.28	0.29	0.86	0.82
－220m	183	0.55	0.55	0.46	0.93	0.76
整个矿床	372	0.74	0.45	0.39	0.90	0.77

维普资讯 http://www.cqvip.com

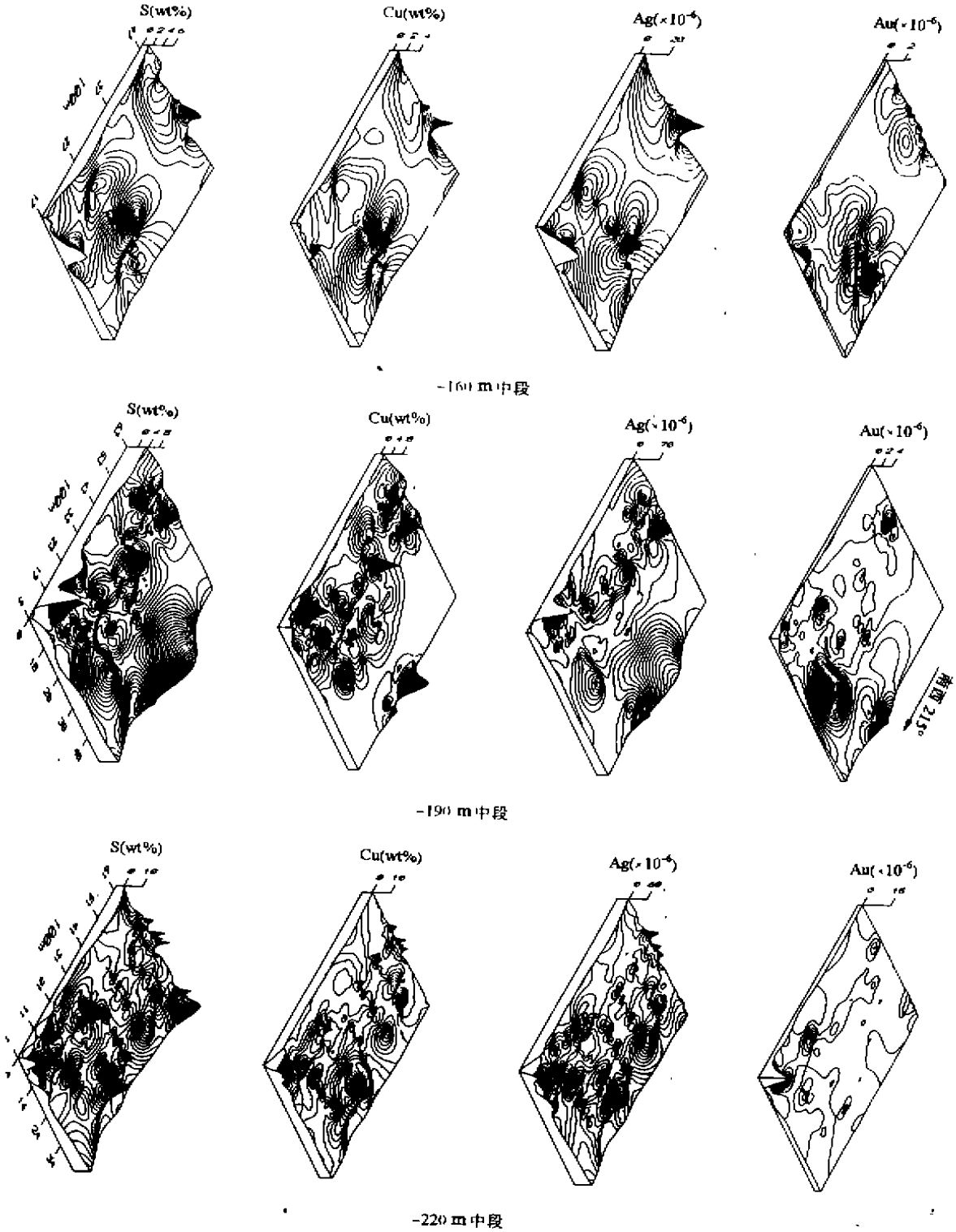


图 1　－160m、－190m、－220m 中段 Au、Ag、Cu、S 元素的分布图

维普资讯 http://www.cqvip.com

(4)银在各中段的变化相对较小，大多数银品位在 10×10^{-5} 左右，少数可达 40×10^{-6} 以上。银矿化与硫化作用关系密切，具有同步消长的特点。

3 金、银矿物的特点及赋存状态

显微镜、扫描电镜和电子探针观察发现，金矿物只有自然金或银金矿，即使矿石品位高达 10×10^{-6} 以上，绝大多数硫化矿物中见不到金矿物。对金品位高的矿石中的黄铁矿、黄铜矿、磁黄铁矿、闪锌矿和方铅矿等矿物进行筛分，然后对不同粒径的矿石进行有关元素的浸蚀实验。结果表明硫化矿物中主要为自然金，而且绝大多数是不可见金。

筛分和浸蚀实验结果表明(图 2)，金的浸出量随粒度降低而增加，硫化矿物颗粒越大，浸出金的数量就越少，在硅质页岩型矿石中极为明显，这说明硫化矿物中的金主要是以亚显微金或不可见金的形式存在。银则有所不同，银颗粒比金颗粒要大，当硫化矿物的粒度在 0.074～0.125mm 时，浸出的银数量最大，随后则逐渐降低，这一变化趋势与金完全不同，但与 Cu 和 S 的变化趋势完全一样。

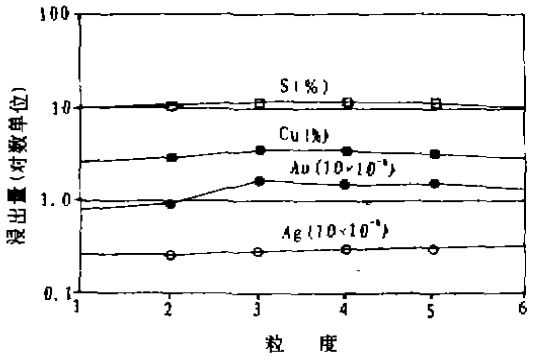


图 2 浸出量与硫化矿物粒度关系图解

1—0.2～0.25mm；2—0.125～0.2mm；3—0.074～0.125mm；4—0.05～0.074mm；5—0.04～0.05mm；6—0.04mm 以下

图 3 是黄铜矿、黄铁矿和石英等矿物中 Au、Cu、Fe、S 等元素的质子探针分析结果。不难看出，在沉积成因的硫化矿物中，乃至同沉淀的硅质(主要是石英)中都有一定数量的金显示。从微观上看，同一矿物颗粒中不可见金的分布且较均匀，但不同颗粒同种矿物，金的分布也是极不均匀的。尽管硫化矿物中的金主要为不可见金，但在角岩样品中却常见粒度为 0.25～0.04mm 的自然金，金成色多在 900 以上。主要分布于硫化矿物的裂隙或其边缘，有的分布于石英或各种矿物的间隙中。表 2 是部分自然金颗粒的电子探针分析结果。

表 2 自然金的电子探针分析(%)结果

样 号	Au	Ag	Cu	Fe	总 量
TA－1	90.84	7.05	0.80	1.32	100.01
TA－2	91.34	7.76	0.89	—	99.99
TA－3	89.56	7.93	1.13	1.39	100.01
TA－4	91.54	8.48	—	—	100.02
TA－5	92.41	8.37	—	0.10	100.88
TA－5	89.37	8.04	0.93	1.06	99.40
TA－6	92.05	7.13	0.67	0.32	100.17
TA－7	88.76	9.52	1.01	0.74	100.03
TA－7	89.41	9.03	0.72	0.66	99.82
TA－8	91.44	7.59	1.01	—	100.04
TA－9	90.82	8.30	0.75	0.10	99.97

贵阳地球化学研究所电子探针室分析。

从不可见金到角岩硫化矿物中出现金颗粒，其间还有一些过渡类型。主要硫化矿物黄铁矿、黄铜矿等具有一明显的富金边缘。而其内部在电子探针和扫描电镜下却无任何金的显示。从金的特征 X—射线相分析来看，这种富金边缘的宽窄不一，一般宽者金的富集程度差，而窄者金的富集更为明显。限于条件，未能拍摄到理想的扫描电镜照片。同样还可见富 Ag、Co、Bi 的边缘。

银矿物主要为自然银、微量辉银矿、硫铋银矿和碲银矿。大多数自然银呈不规则状或片状，以包体的形式产于黄铁矿、黄铜矿中，但少数自然银以八面体形态产出，粒度为 0.04～0.07mm。

维普资讯 http://www.cqvip.com

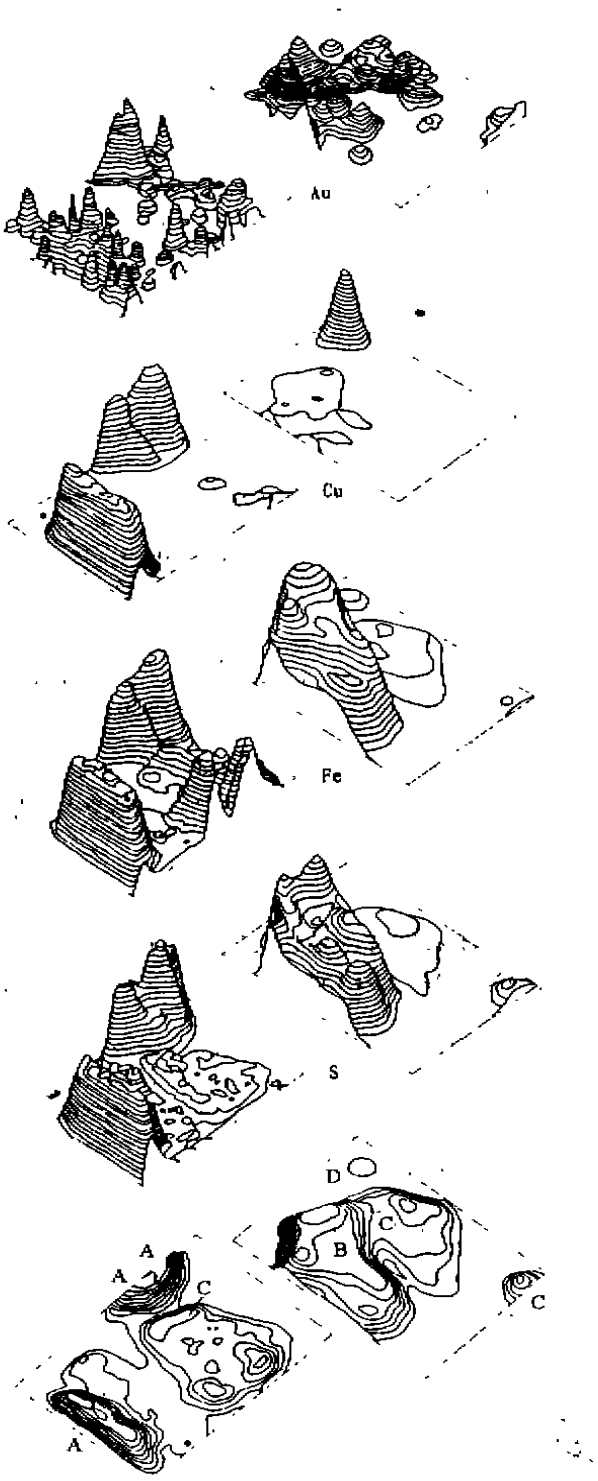


图 3　黄铜矿、黄铁矿、石英中 Au、Cu、Fe、S 分布图

A—黄铜矿；B—黄铁矿；C—石英；D—孔雀石

硅质页岩型矿石中主要出现自然银、自然金、自然铋和硫铋银矿组合。而夕卡岩型矿石则以自然银和辉银矿为主要矿物组合。在角岩型矿石中高成色的自然金，和银金矿、自然银、硫铋银矿等常常共生在一起。

4　结果讨论

根据以上分析结果可得出如下结论：

(1)矿床成矿元素的宏观分布模式表明金在整个矿床和各类型矿石中的分布是极不均匀的，主要富集在矿区南西部闪长玢岩附近的角岩型矿石中。

(2)硫化矿物和石英中金的微观分布模式进一步表明金在各种矿物中的分布也是极不均匀的，但在同一矿物中，金的分布则是相对比较均匀的。各种证据均表明金主要是以不可见金的形式被吸附于硫化矿物中或占据其晶格。

(3)金的浸蚀实验表明金的浸出量随硫化矿物粒度的减小而逐渐增加，这充分说明金是以极其细小的颗粒分布于这些矿物之中的。由于硫化矿物系沉积热液成因，故认为大多数金是被吸附于其中的。

(4)金的电子探针和扫描电镜研究表明原生硫化矿物中的金都低于检测限；而一些变质岩石中的硫化矿物则可出现富金、银、铋的边缘；在变质程度较高的角岩型矿石中，还可出现自然金颗粒，大者可达 1～2mm，并具有 900 以上的成色。

(5)银和铜、硫等元素具有相似的宏观和微观分布模式，而金与这些元素的分布模式则不完全一致，这种不一致的相关关系反映了金成矿作用的独特性。它既与硫化作用有一定的联系，更与矿区内岩石的热变质作用有关。

如上所述，沉积成因的硫化矿物常具有胶状或草莓状结构，它们可以容纳相当数量的 Au、Ag、Bi 等元素，多以吸附或类质同象的形式较均匀地分布于硫化矿物之中。在岩

维普资讯 http://www.cqvip.com

体附近夕卡岩型和角岩型矿石及远离岩体的炭质或硅质页岩型矿石，金矿化发生于角岩中，主要机制是含金的硫化矿物的再结晶作用将赋存其中的 Au、Ag、Bi 等元素逐渐排出体外，使金得以富集。由于岩浆作用是长期多次的，就使得硫化矿物由胶状或草莓状向结晶结构转变，Au、Ag、Bi 等元素向矿物边缘转移，直至在硫化矿物体外形成高成色的自然金颗粒和/或自然银、自然铋等。硫化矿物本身在此过程中形成贫金的核部、富金的边缘。

老鸦岭矿区的张亮奎、吴克礼同志提供了大量有用的资料和数据。本研究还得到了铜陵有色金属公司和狮子山铜矿的大力协助。本项目得到国家教委和南京大学资助。在此深表感谢。

参考文献

1 黄华盛等. 铜官山铜矿床的组合特征及成因. 矿床地质，1985，4(2)：13～22.

2 Pesquera A. and Velasco F. Ore metamorphism in sulfide mineralization from the Cinco Villas massif (Western Pyrenees, Spain). Econ Geol., 1993, 88, 266～282.

3 Arehart G B. et al., Gold and arsenic in iron sulfides from sedimenthosted disseminated gold deposits: Implications for depositional processes. Econ Geol., 1993, 88, 171～185.

4 Huston H L. and Large R R. A chemical model for the concentration of gold in volcanogenic massiv sulfide deposits. Ore geology Rev., 1989, 4(3): 171～200.

5 Craig J R. and Vaughan D J. Paragenetic studies of growth — banded sphalerites in Mississppi Valley — type Zinc Deposits of the Applachians, In Mineral Paragenesis, Theophrastus Publications S. A. Athens 1986, 133～158.

6 Hichey R J. II The Buckhorn Mountain (Crown Jewel) Gold Skarn Deposit, Okanogan County, Washington. Econ Geol., 1992, 87, 125～141.

7 Hagni R D. Mineral paragenetic squence of the lead — zinc — copper — cobalt — nickle ores of the Southeast Missouri Lead District, USA; in Mineral Paragenesis Theophrastus Publications S. A. Athens 1986, 93～132.

8 Raisewell R. and Plant V. The incorporation of trace elements into pyrite during diagenesis of black shales, Yorkshire, England. Econ Geol., 1980, 75(5): 684～699.

9 Zhou Jianping, Chen Wu, A study on Au, Ag tellurides and their forming conditions. proceedings of 15th IMA General Meeting, 1990.

MACROSCOPIC AND MICROSCOPIC DISTRIBUTIVE PATTERN OF Au AND Ag IN LAO YALING, TONGLING

Zhou Jianping, Chen Wu, Wei Yuanbai, Xiao Wansheng

Cu and Pb—Zn mineralization in the ore field occurred in Permian—Triassic limestone, dolomitized limestone, siliceous and anthrinoid shale. Some rocks possess relatively high Au and Ag background values. Quartz diorite—porphyrite body is large in scale, and closely related with Cu mineralization. Absorbent Au is dominant in colloform sulphide and in framboid pyrite. There are higher grade Au in hornstone, in which large natural Au particles have been found. After systematically sampling and analysing three sections, and computer processing, the macroscopic distributive pattern of Au—Ag and related elements is presented.

Key words: Au—Ag enrichment state, Distributive pattern of Au and Ag, Lao Yaling Cu deposit