

安徽铜陵新桥铁帽型金矿床 分带特征与成矿作用

曹晓生

孔德凤

(冶金部华东地质勘查局) (冶金部华东地勘局八〇三队)

提 要 铜陵新桥铁帽型金矿床赋存在硫化物矿床氧化带中。本文在论述该矿床氧化带形成条件基础上,根据地球化学资料统计结果,对矿床氧化带进行了剖面分带,并简述了各带地质、地球化学特征。

研究表明:新桥铁帽型金矿床在氧化带中成矿,是由于地面抬升,地下水位下降,氧化带物化环境发生变化,金(银)等成矿物质不断氧化、分解、迁移、富集的结果。

关键词 铁帽型金矿床 氧化带剖面分带 成矿作用 铜陵新桥

“铁帽型金矿床”,系指这类矿床赋存于硫化物矿床氧化带中,铁帽的下部,与铁帽形成有生成联系,且铁帽可作为重要找矿标志。近几年,该类型金矿在长江中下游地区不仅形成了一定规模,而且在矿床地质特征和成矿作用等方面均反映出一定特点,已构成了一种新的金矿类型而被人们所重视。铜陵新桥铁帽型金矿床就是这类矿床中的一个典型。本文在总结该矿床形成条件基础上,讨论矿床氧化带分带特征和成矿过程,旨在拓宽对该类矿床的研究思路,如有不妥之处,望读者指正。

1 矿床氧化带形成条件

新桥铁帽型金矿床氧化带,位于新桥大型多金属硫化物矿床上部(图1)。地表延长1500余m,宽40~120m,地表标高50~150m,走向北东,倾向北西,倾角45°。金(银)矿体赋存在氧化带下部靠近底板处。

1.1 物质来源

铁帽型金矿床氧化带的形成,是新桥大型块状硫化物多金属矿床氧化、分解、淋积的产物。该原生硫化物矿床赋存在闪长岩体周围及东西两侧中下石炭统和泥盆系上统假整合面附近,

矿体呈似层状,层状产出。块状硫化物中不仅能独立圈出具有较大工业价值的铁、铜、金、银矿体,且含有伴生或共生矿产铋、锑、碲、镓、镉等可综合利用。

1.2 围岩条件

氧化带上部顶板为易风化的闪长斑岩和岩溶较发育的石炭系黄龙组灰岩与船山组灰岩。氧化带底板为渗透性较差的石炭系高骊山组砂质页岩和泥盆系五通组石英砂岩。顶底板围岩岩性差异既有利于氧化带中水的淋滤,又利于成矿物质的保存、富集。

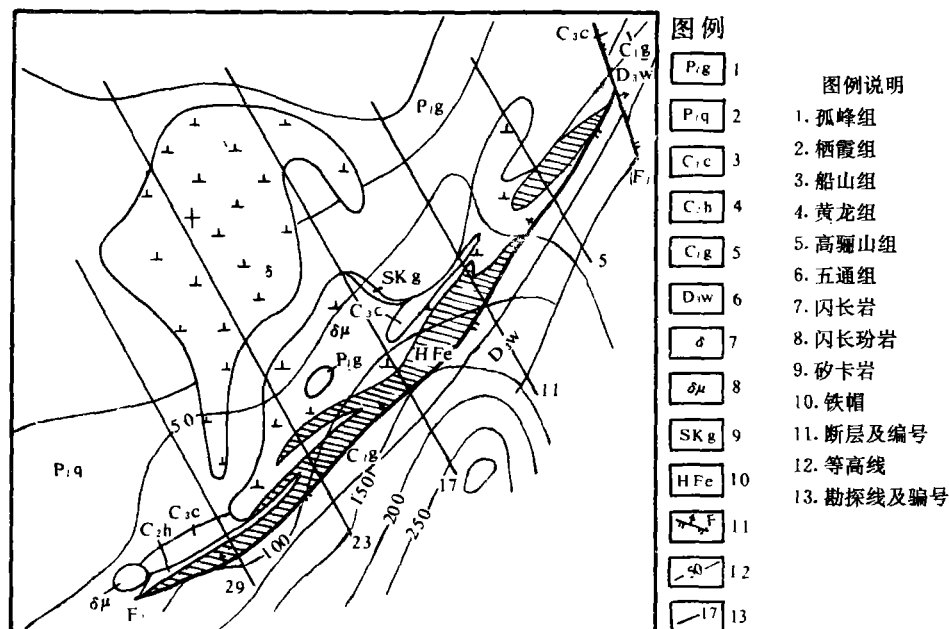


图1 新桥铁帽型金矿床氧化带地形地质图

Fig. 1 Topographical and geological map of oxidized zone of the Xinqiao gossan type gold deposit

1.3 构造的控制作用

矿区构造岩浆活动强烈,直接控制氧化带形成的构造有印支期褶皱和燕山期新桥闪长岩体侵位形成的北东向层间纵断裂(图1),以及两者派生的层间裂隙。它不仅为含矿热液充填叠加提供了通道,也为水在表生氧化淋滤过程中创造了循环场所。

1.4 地球化学景观

本区属于中亚热带湿润季风气候区,位于长江南岸残坡积发育的低山丘陵地带。年均降雨量为1400mm左右,雨量多集中于春末夏初梅雨季节,蒸发量小于降雨量。区内气候温和,植被茂密,这些特定的自然景观环境,为氧化带发育,金等成矿元素的氧化、迁移,提供了客观基础。

1.5 新构造运动的影响

区内从已知的古夷平面——矾头剥蚀残丘,标高320m,剥蚀发展到现代河谷——新西河侵蚀基准面20~40m,两者高差达300余m。再则矿区内石炭系船山灰岩溶洞可见于190m标

高,而栖霞灰岩(P_1)溶洞出现在 38~187m 处。^①这些说明本区有过较大幅度的下降或抬升。地面向上(隆起),地下水位下降,早期断裂、裂隙的复活给地下水循环淋滤形成了良好的网络系统。

1.6 淋滤水的供给

矿区水文地质条件复杂,现代地下水位标高为 10~40m。除氧化带上盘岩石有丰富的裂隙、溶洞水外,第四系洪积冲积层中也有丰富的孔隙水。矿区内最大单位涌水量为 1.175 升/秒·米²。水化学类型,氧化带中主要为重碳酸钙型水,并含有 K^+ 、 Na^+ 、 SiO_2 等离子、硫化物矿体淋滤水中有大量 SO_4^{2-} 、 Cl^- 等离子。

综上所述、硫化物矿床特有的物质基础和所处特定的地质条件,再加上矿区中亚热带湿润季风气候所造成的景观地球化学环境,为氧化带的形成、金银等成矿元素在氧化带中分解、迁移、富集、成矿、提供了极为有利的条件。

2 氧化带剖面分带及各带特征

2.1 氧化剖面分带

为研究其氧化剖面分带特征,这里选取典型剖面(19 勘探剖面线)样品 29 件,变量(元素)16 个进行 Q 型聚类分析,其计算结果如图 2。

从图 2 可见,在 $R=0.8$ 水平上,明显将样品分为六类,每类与其样品属性对比可知,Ⅰ-1 类样品为褐铁矿,Ⅰ-2 类为含铜褐铁矿,Ⅰ-3 类为含金银褐铁矿,Ⅱ-4 类为含铜次生硫化物,Ⅲ-5 类为黄铁矿矿石,第 6 类 9、15 号样品为高骊山组砂页岩,4 号样为风化闪长玢岩。24 号样为含金($>3g/t$)的块状黄铁矿石。

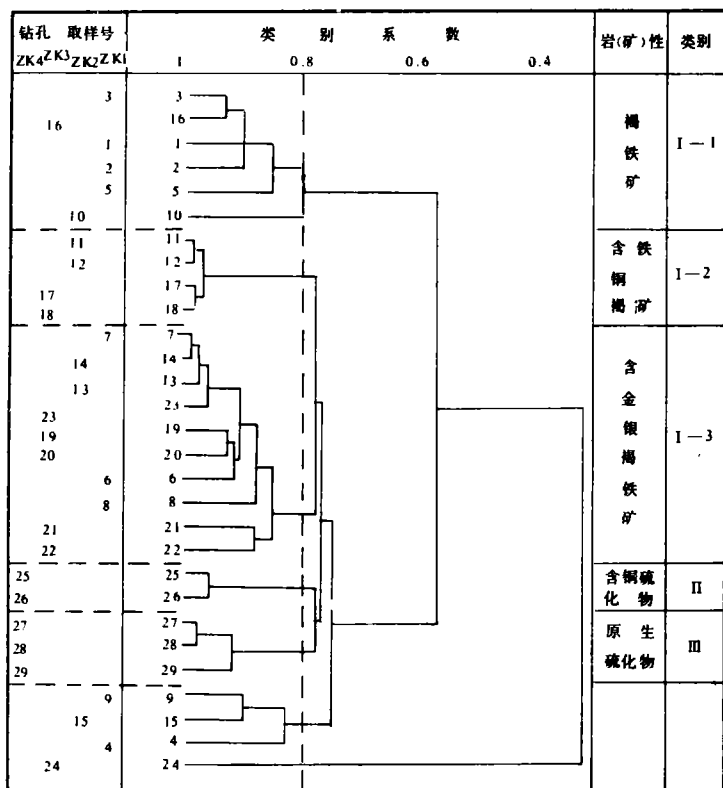


图 2 点群分析谱系图

Fig. 2 Linear map of cluster analysis

① 楚之潮,新桥铁帽金银矿床成矿条件及成矿过程的探讨,华东冶金地质与勘探,1988

矿床氧化带形成后,矿区受构造运动(特别是新构造运动)升降作用影响,原来形成的铜的次生富集带与地面一起抬升(或隆起)。由于环境突变,铜的次生硫化物再氧化,铜的次生氧化物分解重结晶,在中偏弱碱性的氧化条件下,部分形成亚稳定的铜的氧化物或铜的氢氧化物,再转化为难溶铜的碳酸盐类的结果。

表 1 氧化带地质、地球化学特征简表

Table 1 Characteristics of geology and geochemistry of oxidized zone

分带		特征元素 [*]	特征矿物	结构构造	剖面 空间位置	因子关联 特征 ^{**}	关联元素 组合 ^{**}
I 氧化带	I-1 铁帽亚带	Mn(21.80),Zn(>3.00) Ni(2.53),Co(1.11)	针铁矿、水针铁矿、赤铁矿、水赤铁矿、硬锰矿、软锰矿等	胶状、蜂窝状多孔状、松散的土状等	+75m ~ 地表	A ₁ A ₂	Mn,Zn,Ni,Co Cr,V,Sr
	I-2 改造铜的次生富集亚带	Cu(>3.00) Bi(>1.10)	孔雀石 赤铜矿(少见)	放射状、蜂窝状、松散的土状等	+50m ~ +90m	A ₃	Cu
	I-3 金(银)淋积亚带	Au(9.69)、Ag(29.11) Pb(1.77)、As(1.06) Sb(3.91)	自然金、银金矿、金银矿、自然银等	胶状、土状、角砾状等	+20m ~ +100m	A ₄ A ₅ A ₆	Au,Pb,Bi Ag As,Ti
II. 铜的次生富集带		Cu(>3.00)、Zn(>3.00) Sr(3.82)	辉铜矿、铜兰、黄铁矿、黄铜矿等	块状、松散的粒状等	-10m ~ +40m	A ₇ A ₈	Cu,Au Ba,Sb
III. 原生硫化物带		Cu,Au,Ag,Bi,Sb	黄铁矿、胶黄铁矿、黄铜矿等	块状、角砾状、胶状等	+10m 以下	A ₉	Cu,Pb,Au (Ag)

注: * 特征元素是根据不同部位样品中有关元素均值与原生硫化物中相应元素均值之比求得,括号内为两者之比值。
* * 为 R 型因子分析结果,关联元素组合从上到下排列与氧化剖面元素垂向变化一致。

金(银)淋积亚带位于氧化带下部,靠近底板处+20~+80m。金元素在剖面上分布如图 4。金元素在淋积亚带中较原生硫化物带富集 10 倍左右,银富集约 30 倍,形成具有中型规模的金(银)矿床。该矿床主要由两个主矿体组成,1[#]主矿体占总储量的 90%,呈似层状,延长近 1000m,延深 10~140m,均厚 6.7m,其矿体走向和倾向受氧化带控制,与氧化带展布方向一致。矿床主要矿石类型为含金、银褐铁矿型矿石。

3 金(银)的赋存状态和富集特征

3.1 金(银)在氧化带(主要为淋积亚带)中的赋存状态

据研究资料,金银微粒呈自然金、银金矿、金银矿和自然银等矿物形式产出,其赋存状态主要有以下两种。

a、呈不规则状的粒状,角砾状,针线状、片状等赋存在胶状、球粒状结构的针铁矿—水针铁矿边部或间隙和裂隙中。这种赋存状态约占可见金的 80% 以上。

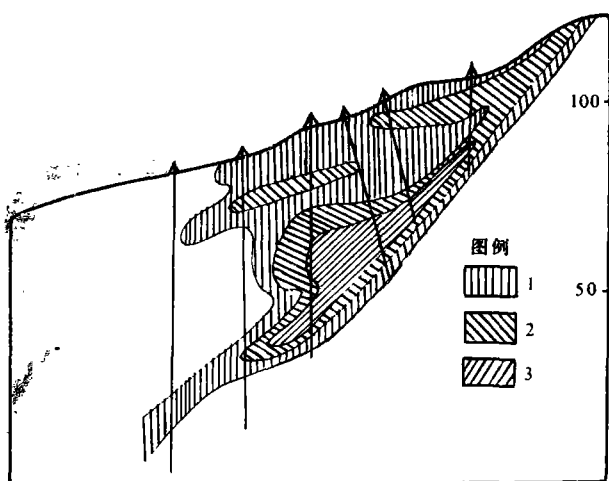
b、呈包体产于已被破碎成角砾状的石英及被针铁矿交代的石英残晶中。

金银矿物的粒度经矿相、物相资料统计,在 $1\sim 5\mu\text{m}$ 之间,约占 90%, $>50\mu\text{m}$ 的金粒少见。氧化带中金银矿物的这种粒度特征与新桥原生硫化物矿床中金粒大小基本相同,^[4]无明显加大现象。

金矿物成色,随矿物中金银的比例不同而变化,一般靠矿体上部成色高,下部成色低,经研究认为这是由于金银元素在垂向上,矿体上部富金,下部富银所致。

3.2 金银富集特征

金银等成矿元素在氧化带中的富集特征(图 5),从垂向上反映,金银在氧化带中自上至下呈正相关,与铜呈反相关关系。金银主要在金(银)淋积亚带中富集,铜元素有两个富集高峰,即改造铜的次生富集亚带和铜的次生富集带。



图例说明: 1、 $\text{Au} \geq 0.25(\text{ppm})$ 2、 $\text{Au} \geq 1(\text{ppm})$
3、 $\text{Au} \geq 4(\text{ppm})$

图 4 新桥氧化带 19 线剖面 Au 富集分带图

Fig. 4 Map of Au—component section of No. 19 line

从金(银)矿体富集规模上分析,根据该矿床勘探资料,金以 4.04g/t 的平均品位圈定工业矿体(9~26 线)计算,则含金褐铁矿(金工业矿体)矿石量占整个氧化带(1—31 线)褐铁矿矿石(除去部分菱铁矿形成的褐铁矿石)总量的 40%;而矿体部分以外的硫化物形成的褐铁矿石含金量平均为 0.5g/t 。且原生硫化物矿体伴生金的平均品位为 0.78g/t 。对比这组数据,说明该氧化带铁帽型金矿床的形成不是一次简单的氧化、分解、迁移、沉淀富集作用的产物。

4 金矿床成矿演化过程讨论

根据铜陵地区铁帽型金矿床资料的综合研究认为,铁帽型金(银)矿床的成矿过程,也就是硫化物矿床氧化带形成,发展演化的过程。为反映这一演化过程的特点,笔者据氧化带发展的时间顺序、地质条件、物化环境、成矿机制等因素,将氧化带成矿过程大致分为三个阶段:a、氧化带形成阶段;b、氧化带发展阶段(金(银)成矿阶段);c、氧化带停滞阶段。新桥铁帽型金矿床成矿主要表现在前两个阶段。

4.1 氧化带形成阶段

新桥含铜大型硫化物矿床上部暴露地表以后,在该区特有的景观环境所具有的物化环境下,很快遭到氧化、分解,形成较为典型的硫化物矿床氧化带。

在氧化带形成初期,介质处于强酸性 随着氧化作用的进行,pH 值逐渐增大,Eh 值减小。

溶液中含有大量 Cl^- 、 SO_4^{2-} 等离子和 Fe_2O_3 、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 等物质。金在这个阶段的活动行为,主要表现为赋存在硫化物中的金微粒,遭氧化、分解作用的侵蚀,受 Fe_2O_3 、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 的吸附,转入溶液,与溶液中 Cl^- 、 SO_4^{2-} 等离子形成金的络合物,如 AuCl_4^- 、 AuCl_2^- 、 $\text{Au}(\text{HS})_2^-$ 、 $\text{Au}(\text{S}_2\text{O}_3)_2^{3-}$ 等形式,随水溶液迁移。据栾世伟介绍^[2],这种金的迁移形式具有动态特征,“当溶液(络合)作用占优势时,金将处于分散迁移过程中,当沉淀(解离)作用占优势时,金将发生次生富集”。笔者根据铜陵地区硫化物矿床氧化带中金矿床的形成演化特点,认为以络合物形式进行迁移、沉淀的金(银)微粒,即使可能发生一定程度的次生富集,但不足以形成具有工业意义的矿体。

4.2 氧化带发展阶段,是铁帽型金(银)矿床主要成矿阶段

氧化带形成后,由于地面抬升(或隆起),侵蚀、剥蚀作用增强,地下水位下降,氧化带环境发生变化,介质的 pH 值不断增大, Eh 值相对减小,其物质不断产生新的调整。

金(银)微粒在这一阶段的迁移形式:a、由于这一阶段氧化带处于弱碱性氧化条件下, Cl^- 、 SO_4^{2-} 等离子将显著减少,金(银)微粒不可能再以络合物为主要形式进行迁移;b、一般认为受水动力影响,以机械形式进行迁移的金微粒粒度将会不断增大,而新桥铁帽中金微粒的粒度与下部氧化带中金微粒相比,无明显增大。根据这一事实,用地表水下渗,重力机械形式来解释该矿床中金的迁移富集,似乎与客观实际不符。然而,笔者根据氧化带所处的地质、地球化学环境,金银的赋存状态以及成矿元素自身的地球化学性质诸因素,提出在这一阶段金(银)的分解、迁移形式极大可能是,赋存在针铁矿、水针铁矿等矿物中的金(银)矿物微粒,遭受氧化和淋滤作用破坏以后,受 Fe、Mn 氧化物、氢氧化物、 SiO_2 溶胶等吸附转入溶液,在地表不断向下提供有机质(该区植被茂密,生物繁衍昌盛,具备这个条件)保护条件下,受重力影响,随水溶液迁移到氧化带下部,物化环境发生变化,主要是还原地球化学障作用,使有机质失去保护,金银矿物微粒随胶体发生沉淀,经这种作用多次循环,逐步富集成矿。由于银元素比金溶解度大,活动性强,故银富集部位应较金靠下部,这种推测与金、银元素的垂向分带一致。

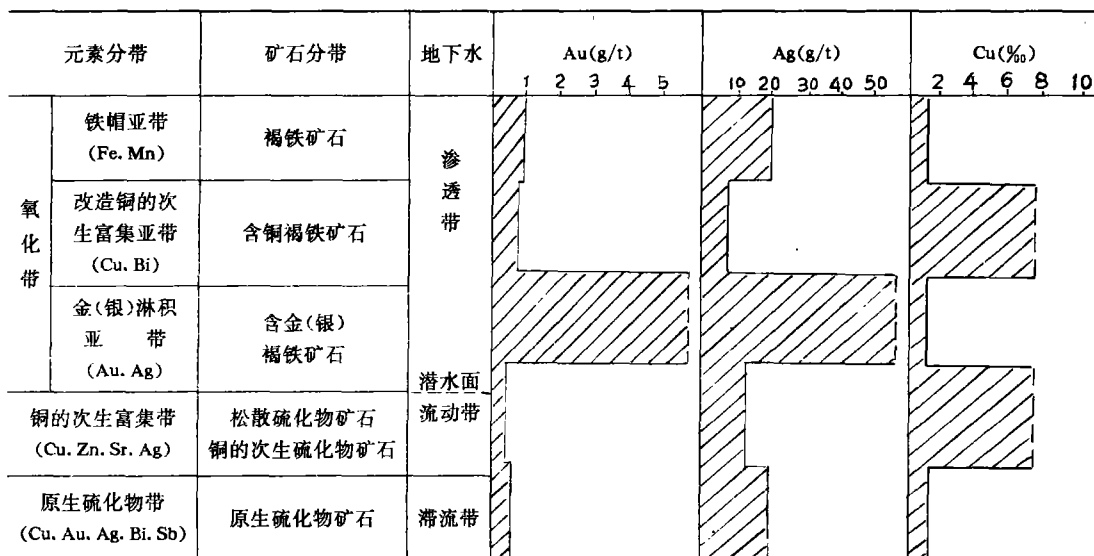


图5 氧化剖面分带及 Au、Ag、Cu 元素含量变化

Fig. Zoning of oxidized section and change of Au, Ag, Cu

从这一阶段氧化带发展演化的特点可知,由于地下水位的下降,氧化带不断向深部原生硫化物矿体伸展,其中原生含金硫化物向氧化带不断提供新的成矿物质,这一过程一直进行到有关条件改变而停止氧化作用为止。这一阶段是在前一阶段金银初步富集的基础上进一步富集的阶段,对新桥铁帽型金矿真正成为具有工业意义的矿床和扩大成矿规模是至关重要的阶段。

4.3 氧化带停滞阶段

这一阶段,主要表现在地面发生沉降,地下水位逐渐回升,深部氧化作用基本停止,同时早期形成的金矿体逐步回降到流动带,在特定的地质条件下,由于环境变化,特别是流动带水流的影响,对已赋存在针铁矿、水针铁矿等矿物裂隙或间隙中的微粒金进行冲刷和溶解,由于水动力作用,部分金(银)微粒,随水溶液流动,在适当条件下沉淀凝聚,使金微粒不断加大,这种现象在铜陵地区的黄狮涝山和戴家冲金矿床有较明显的反映。由于新桥金矿床未经过此阶段地质作用,故在此不作详细讨论。

5 几点讨论

a、文中提出“改造铜的次生富集亚带”(或“铜的次生富集再氧化亚带”),是实际资料做出的结论,它虽与铜的次生氧化富集亚带有着内在的联系和某些相似的特点,但它也的确存在着区别特征(见前)。研究这种区别特征,对认识该区地质作用、地形地貌发展,演化历史以及对讨论铁帽型金(银)矿床的成矿过程无疑有着极为重要的意义。

b、本文对铁帽型金矿床成矿过程的三个发展阶段的划分,是对铜陵地区硫化矿床氧化带形成演化与成矿作用过程的初步总结。是否符合成矿实际,有待深入研究。但有一点必须肯定,硫化矿床氧化带中金(银)成矿不是一般简单的过程,文中虽重点对金(银)成矿过程的演化环境和金、银分解、迁移的可能存在形式以及沉淀、富集的条件做了讨论,但由于篇幅有限,对影响氧化带物化环境变化的控制因素没作较详细探讨。

c、铁帽型金矿床是在长江中下游地区近几年来发现的一种新的金矿类型,希望在矿床分类上有它一席之地。加强对该类矿床的深入研究,不仅对该类矿床本身的寻找,而且对原生多金属硫化物矿床的普查均具有指导作用。

本文收集了我局八〇三队资料,在局副总工程师林根芳高级工程师指导下成文。林海山高级工程师对初稿提出宝贵意见,笔者在此深表感谢。

参考文献

- 1 成都地质学院《矿床学》编写组.《矿床学》上册.地质出版社,1978,354~374
- 2 栾世伟等.《金矿床地质及找矿方法》.四川科学技术出版社,1987,173~180
- 3 刘英俊等.《元素地球化学》.科学出版社,1984,318~319
- 4 戴瑞榕等.新桥铜硫铁矿床金的赋存状态及分布规律.地质论评,30(2)1984,129~131

ZONING CHARACTERICS AND METALLOGENY OF THE GOSSAN GOLD DEPOSIT AT XINQIAO, TONGLING, ANHUI

Cao Xiaosheng

(803 Geological Team of the East China
Co. of Geology and Exploration)

Abstract

Xinqiao Gossan gold deposit is located in oxidized zone of a sulfide ore deposit. On the basis of formation analysis of the oxidized zone sub-zones are recognized by statistical results of the geochemical data about the zone and the geology and geochemistry for sub-zones are described.

Xinqiao gold deposit is formed in the oxidized zone by rise of the surface and the fall of the water table, change of physio-chemical condition within the oxidized zone, continuous ore material (including Au, Ag) dissolution, migration and concentration.