文章编号: 1001-1412(2000)02-0151-08

对山东金青顶金矿床原生叠加晕特征的跟踪研究及预测

李 惠[1], 刘振昌[1], 王敬臣[1], 李 涛[2], 高祥海[2], 耿仙湖[2], 王瑞腾[2], 于 虎[2], 陈绪松[2], 刘善宝[2]

(1. 冶金部地球物理勘查院 物化探研究所 河北 保定 071051;
2. 山东乳山金矿 山东 乳山 264501)

摘 要: 金青顶为一大型石英脉型金矿床, 随对其勘探的进行, 1987年、1996年和1999年分别研究了当时勘探深度-400 m, -600 m, -850 m以上原生叠加晕特征, 建立和完善了该矿床的叠加晕模型, 并对其深部进行了预测, 其中-400 m和-600 m之下的预测已被钻探结果所证实。

关键词: 金矿床; 原生叠加晕; 跟踪研究; 预测; 山东

中图分类号: P632+.2; P618.51 文献标识码: A

山东金青顶金矿床为大型石英脉型金矿床。在多年的勘探中进行了矿床原生叠加晕特征的跟踪研究。1987年, 冶金部物勘院物化探所曾与山东冶勘三队合作研究了金青顶金矿床-400 m以上的原生晕分带特征, 并预测Ⅱ号矿体在-400 m之下延伸还很大, 后经钻探证实, Ⅱ号矿体延伸到-600 m还未尖灭。在原研究成果的基础上, 1996年对已取得的-600 m以上钻孔原生晕资料进一步研究, 建立了金青顶金矿床的原生叠加晕模式。原生晕指示出金矿体向深部还有很大延伸, 1999年勘探深度已达-850 m, 矿化还未尖灭, 但变贫变薄。在已取得的成果基础上, 由矿山立项, 继续对-600～-850 m间矿床叠加晕进行研究, 完善矿床叠加晕模型和盲矿预测标志, 对-900 m之下含矿性进行了预测。

1 矿床地质特征

金青顶金矿床产于山东牟平—乳山金矿带将军石—曲河庄NE向断裂南段的S型断裂带中。矿床围岩为昆嵛山花岗岩。在矿区内下元古界荆山群(主要岩性为斜长角闪岩)呈小捕虏

收稿日期: 1999-12-18; 修订日期: 2000-04-17

第一作者简介: 李惠(1937-), 男, 河北满城人, 教授, 1964年毕业于北京地质学院, 长期从事金属矿山深部及外围盲矿定位预测, 化探新方法新技术研究。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://w

体产出,脉岩以煌斑岩脉为主。

矿区内主矿体为Ⅱ号矿体。矿体中上部由含金石英脉单脉组成,向深部主矿脉两侧出现了许多微细矿脉,局部形成细脉浸染状矿化带。矿体延深大于延长。矿体地表延长不足300 m,深部向NE侧伏,斜深已达1 100 m(垂深900 m)。矿体厚度0.30～6.9 m,平均2.1 m,w(Au)平均品位9.58×10^{-6}。在侧伏方向上有多个厚度中心,似有等距性。金的富集也具有多中心和等距性,但厚度与品位不一定正相关。

围岩蚀变以硅化、绢云母化、黄铁矿化、钾化为主,次为绿泥石化、高岭土化、钠长石化等。从近矿到远矿硅化、黄铁矿化逐渐减弱。

矿物组合主要有自然金、黄铁矿、黄铜矿、石英、绢云母和菱铁矿,其次有银金矿、方铅矿、闪锌矿、碲金银矿、水云母、绿泥石和方解石,尚有少量磁黄铁矿、毒砂、辉铜矿、斑铜矿、碲银矿、碲铅矿、碲铋矿、铁白云石、铁方解石和重晶石。在矿脉的浅部,铜、铅、锌的矿物较多,局部可构成铜矿体。菱铁矿石英脉局部发育。

次生作用形成的矿物主要有褐铁矿、高岭石、孔雀石、蓝铜矿,少量辉铜矿和绿泥石、蒙脱石等。

自然金主要以晶隙金、裂隙金、包体金存在。主要载金矿物是黄铁矿(占90%),其次为黄铜矿(占7%)、闪锌矿和方铅矿。

成矿阶段:金青顶矿床的矿化阶段分为五个成矿阶段,即Ⅰ.钾长石化阶段;Ⅱ.绢云母化阶段;Ⅲ.石英黄铁矿阶段;Ⅳ.石英多金属硫化物阶段;Ⅴ.石英-铁方解石阶段(杨士望1993)。其中第Ⅲ,Ⅳ阶段为主成矿阶段,其余各阶段不成矿。因此该矿床为Ⅲ,Ⅳ阶段相互叠加作用的结果。其中方铅矿、黄铜矿、闪锌矿主要是第Ⅳ阶段形成。

2 矿床原生叠加晕特征的跟踪研究

2.1 **1987**年研究成果

1987年研究了地表岩石地球化学异常特点和矿床-400 m以上地球化学异常垂直纵投影(图1)的分带特点,从图1可以看出:

(1)Hg,As,Sb为前缘晕特征指示元素,Bi,Mo为尾晕指示元素。

(2)在-400 m处,Au,Ag,Cu异常还很强,而As,Pb,Zn又出现了一个浓集中心,指示了该矿体向下延伸还很大(李惠1991),该预测已被1990年前对-400～-600 m间勘探结果所证实。

2.2 **1996**年研究成果

1996年对-600 m之上钻孔原生叠加晕进行研究(李惠1998),图2是-600 m标高以上矿体原生叠加晕的垂直纵投影图,其总体特征是:(1)矿体及其周围能形成异常的元素有Au,Ag,Cu,Pb,Zn,As,Sb,Bi,Hg等。

(2)由于容矿构造的有利成矿地段具有等距性和成矿具多阶段叠加的特点,因此形成的矿体晕也具有多中心,其中Au在-600 m之上已有三个富集中心。Cu,Ag与Au有一定相关

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://w

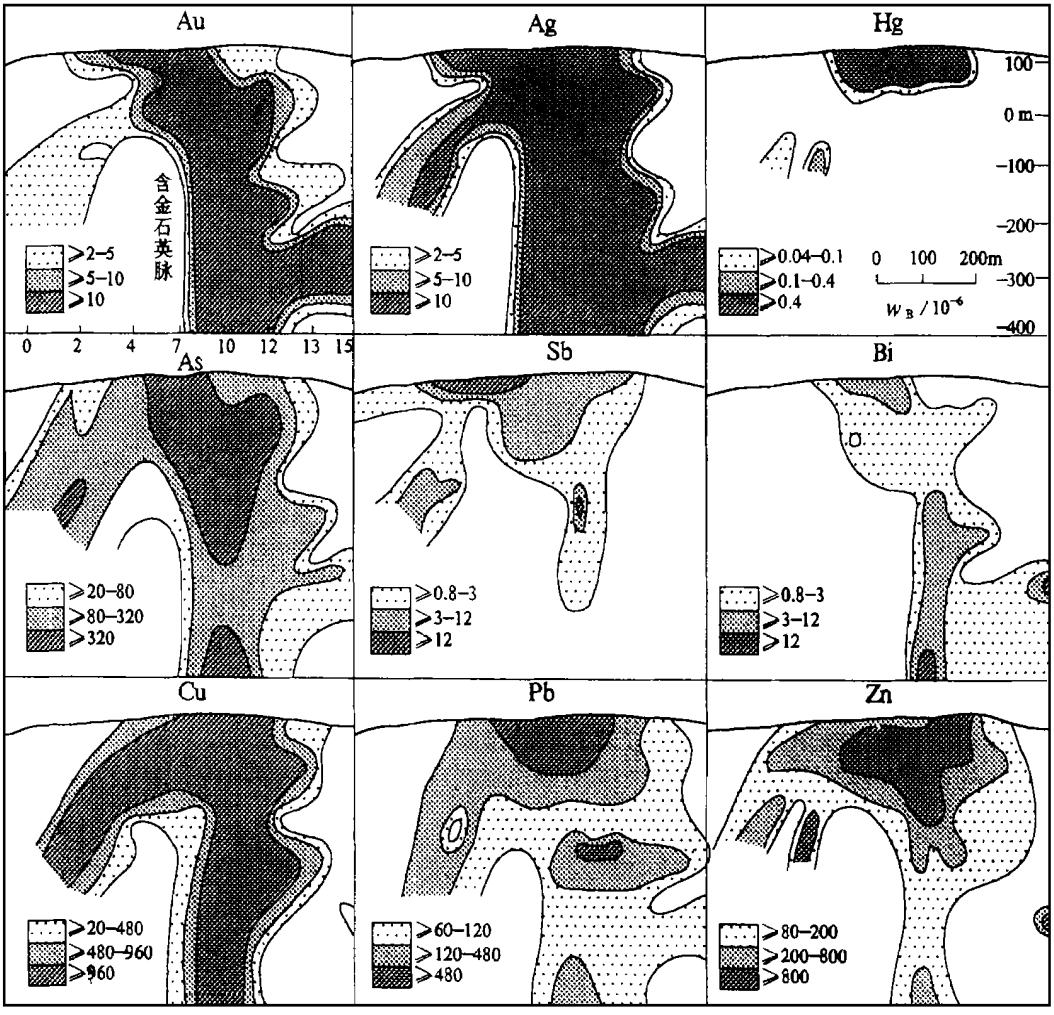


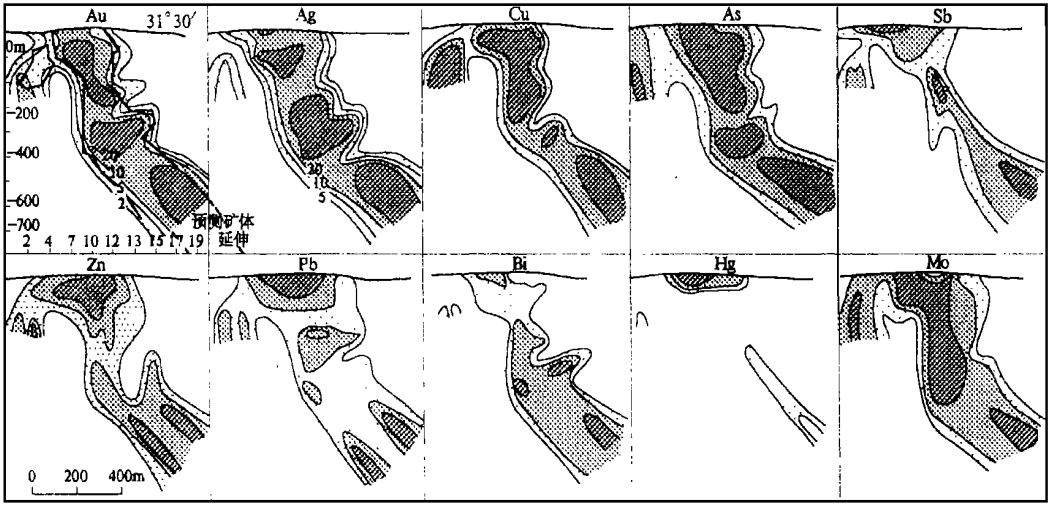
图 **1**　**– 400 m** 标高以上构造叠加晕垂直纵投影图(李惠 1987)

Fig. 1　Vertical longitudinal projection of structural overprint halo above – 400 m level in Jinqingding Au mine, Shandong.

性, As, Sb, Hg 强异常分布于 Au 的每个富集中心的上部或前缘, Bi, Mo 强异常分布于 Au 浓集中心之下, Pb, Zn 强异常分布于 Au 浓集地段稍偏上, 反映了多金属硫化物阶段叠加部位特点。

(3) 在– 600 m 处, Au, Ag, Cu 均出现内带异常, As, Sb, Hg 等前缘晕指示元素异常与尾晕指示元素 Bi, Mo 异常共存, 指示该矿向深部还有很大延伸, 该预测与 1999 年矿山对– 600 ～– 850 m 间勘探矿体相对应。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://w



异常带	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	As	Sb	Hg	Bi	Mo
外 ≥	2 5	5 10	480	30	80	20	0.8	0.04	0.8	6
中 ≥	10	20	960	120	200	80	3	0.1	3	15
内 ≥	20	40	3000	480	800	320	12	1	12	25

$w_B/10^{-6}$

2 4 勘探线界

金矿体

预测盲矿

图 **2** – **600 m** 标高以上构造叠加晕垂直纵投影图(李惠 1996)

Fig. 2 Vertical longitudinal projection of structural overprint halo above – 600 m level.

2.3 **1999** 年研究成果

通过对– 600～– 850 m 间叠加晕(图 3)研究表明:

(1) Au 第三个富集中心在– 450～– 600 m 间,往侧伏方向深部 Au 逐渐降低,但到– 850 m 处仍有 $w(Au) \geq 2\times10^{-6}$的强异常存在;

(2) Ag 的浓集中心从– 450 m～– 850 m 内带异常($\geq 40\times10^{-6}$)仍不减弱;

(3) Cu 第三个浓集中心在– 450～– 700 m 间,深部– 900 m 已无异常,但 Pb, Zn 在– 850 m 又出现了中、内带异常,指示深部有多金属硫化物叠加;

(4) As 从– 600 m 往下一直降低,到– 850 m 没有升高的迹象,而 Sb 到从地表至– 600 m 出现三个异常中心,分别为其下部 Au 富集带的前缘晕,而在– 850 m 又出现了中、外带异常。Hg 在– 850 m 下盘出现了外带异常;

(5) 尾晕元素 Bi, Mo 在– 850 m 又出现了强异常。

3 矿床原生叠加晕模型(图 4)

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://w

研究表明:①各主要成矿阶段(III、IV)热液都含有一定量 As, Sb, Hg, Bi, Mo, Mn 等,每个

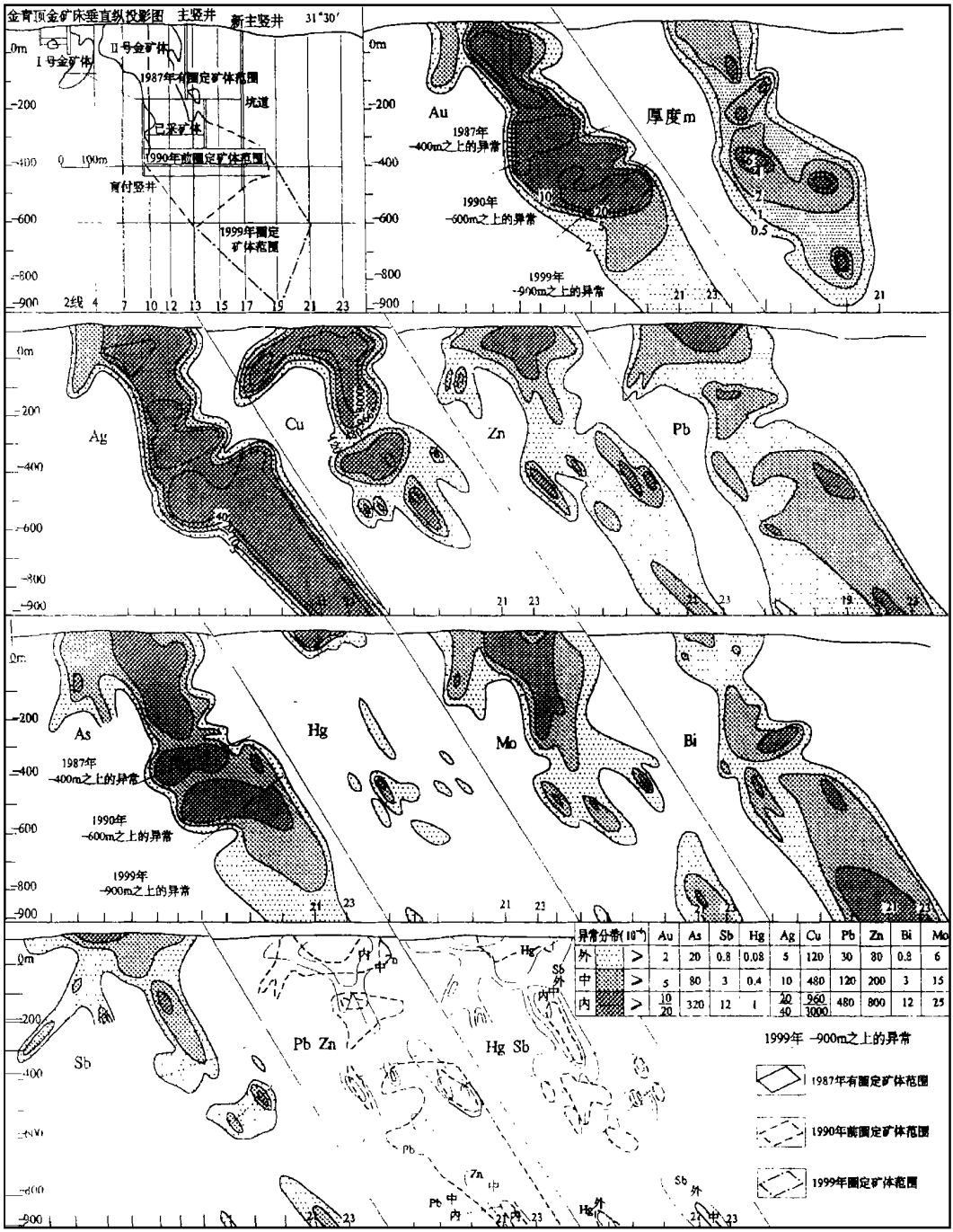


图 **3**　– **900 m** 标高以上构造叠加晕垂直纵投影图(李惠 1999)

Fig. 3　Vertical longitudinal projection of structural overprint halo above – 900 m level.

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://w

阶段在成矿过程中都具有明显的正向地球化学垂直分带,每个阶段所形成的矿体都有自己的头、尾晕,而且 As, Sb, Hg 等在每个成矿阶段形成矿体的原生晕中都是在矿体前缘富集形成前缘晕,而 Bi, Mo, Mn, Co, Ni 则富集于矿体尾部,形成尾晕。②当第Ⅲ阶段成矿(晕)叠加在第Ⅰ,Ⅱ阶段形成矿体(晕)上或第Ⅳ阶段成矿(晕)叠加于第Ⅲ,Ⅱ阶段形成的矿体(晕)上或部分叠加的部位,则先形成矿体或晕的元素会发生活化迁移,使原来的分带结构遭到一定程度的破坏,但大量资料研究表明各阶段形成矿体及其晕仍能在一定程度上显示其垂直分带性,几个阶段形成矿体或晕的叠加形成了复杂的叠加晕(李惠 1998)。③同一阶段形成的串珠状矿体有总体的前、尾晕,但其每个矿体(矿结)又有自己的头、尾晕。

根据金青顶金矿矿体中 Au 具有多中心富集和多阶段成矿晕叠加特点,总结出了该矿床

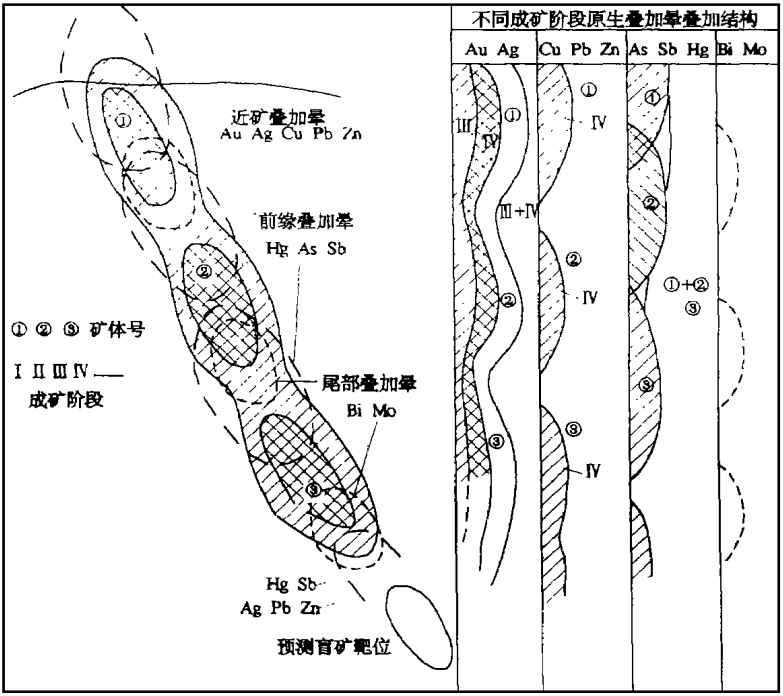


图 4 金青顶金矿床构造叠加晕理想模型垂直纵投影图

Fig. 4 Vertical longitudinal projection plot showing ideal model of structural overprint halo.

的叠加晕模型(图 4)。其特点是:

(1)模型反映金青顶金矿床Ⅱ号矿体延深远远大于延长,并具有串珠状多个富矿体中心的特点,每个富矿体都有自己的前缘晕和尾晕,而且上部富矿体的尾晕与侧伏方向的下部富矿体的前缘晕共存。

(2)单阶段形成矿体的前缘晕指示元素为 Hg, As, Sb,尾晕元素为 Bi, Mo,近矿指示元素为 Au, Ag,而 Cu, Pb, Zn 强异常部位反映了第Ⅳ阶段叠加部位。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://w

(3) 矿床多个富矿部位均处于有利成矿构造空间, 似有等距性, 而且都是Ⅲ、Ⅳ两个主成矿阶段同位叠加的结果或叠加于Ⅰ、Ⅱ蚀变矿化空间, 多阶段同位叠加部位形成富矿体。

4　盲矿预测标志

(1) 在有 Au 异常条件下, 若有 As, Sb, Hg 等前缘特征指示元素异常, 则指示深部有盲矿存在, 若再有 Cu, Pb, Zn 异常出现则指示盲矿有Ⅳ阶段叠加, 形成的矿较富。

(2) 在有 Au 异常的条件下, 若出现 Bi, Mo 等尾晕特征, 而 Hg, As, Sb 无异常或很弱, 指示深部无矿。

(3) 在有 Au 异常的条件下, 若出现前、尾晕共存, 即出现 Hg, As, Sb 强异常与 Bi, Mo 强异常共存, 则指示该异常为上部矿尾晕, 并有深部盲矿的前缘晕叠加, 预示深部还有盲矿。若在矿体中出现前、尾晕共存, 则指示下部叠加矿体刚露头, 矿体向下延伸还很大。

5　对- 900 m 之下盲矿的预测

根据金青顶金矿床叠加晕模型和盲矿预测标志, 对金青顶金矿床原生叠加晕垂直纵投影(图 3) 进行了分析研究:

(1) 深部有盲矿存在的信息是: ①Au 从- 600 m 往矿体侧伏方向虽然一直降低, 但- 850 m 还有 w(Au) 2×10^{-6} 的异常存在; Ag 从- 500 m 往矿体侧伏方向, 到- 850 m, w(Au) $\geq40\times10^{-6}$ 的内带异常仍不减弱; ②在- 850 m, Pb, Zn 又出现了中、内带异常, 指示深部有多金属硫化物阶段叠加; ③前缘晕指示元素 Sb 在- 850 m 又出现了中、外带异常, Hg 在- 850 m 侧下方有外带异常, 都是矿体前缘的显示。

(2) 指示无矿的现象: ①As 从- 600 m～- 850 m, 异常没有升高的迹象; ②Cu 在- 850 m 无异常显示。

从上述可以看出, 指示深部盲矿存在的显示不全, 但总体上看盲矿存在的信息占优势, 所以预测在 21～27 线深部- 900～- 1 200 m 间盲矿存在的可能性还是较大, 但前缘晕指示元素三缺一(缺 As), 多金属指示元素也缺 Cu。因此建议钻探验证。

参考文献:

[1]　杨士望. 胶东半岛东部金矿地质[M]. 青岛: 海洋大学出版社, 1993.

[2]　李惠. 石英脉和蚀变岩型金矿床地球化学异常模式[M]. 北京: 科学出版社, 1991.

[3]　李惠. 大型、特大型金矿盲矿预测的原生叠加晕模型[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1998.

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://w

OVERPRINT HALO FEATURE RESEARCH ON JINQINGDING Au DEPOSIT AND ORE PREDICTION FOLLOWING ORE EXPLORATION

LI Hui[1], LIU Zhen-chang[1], WANG Jing-chen[1], LI Tao[2], GAO Xing-hai[2], GENG Xian-hu[2], WANG Rui-teng[2], YU Hu[2], CHEN Xu-song[2], LIU Shan-bao[2]

(1. *Institute of geophysical and geochemical Prospect, Baoding* 071051, *China*;
2. *Rushan Au mine, Rushan, Shandong* 264501, *China*)

Abstract: Jinqingding is a large size quartz vein type Au deposit. Following the ore exploration, primary halo overprint feature was studied above - 400 m, - 600 m and - 850 m level in 1987, 1996 and 1999 and model of the primary halo overprint was established and perfected. According to the model, prediction was made to depth and the prediction above - 400 m and - 600 m level has been verified.

Key words: Au deposit; primary overprint halo; tracing research; prediction; Shandong.

(上接第 150 页)

STATISTICAL DISTRIBUTION CHARACTERISTICS OF YUERYA GOLD MINE'S Au GRADE AND THE GEOLOGICAL SIGNIFICANCE

GOU Guang-yu, GUO Wan-chao

(*Tianjin Geological Academy, Tianjin*, 30061, *China*)

Abstract: Geological bodies are formed by overprint of several geological processes. Data of geological samples' chemical analysis generally show overlap of several statistical populations. Study on screening the mixed population is useful to analyze genesis of ore deposit and quantitative assessment of the deposit's mineral resource. Data of Yuerya gold mine's Au grades are composed of two lognormal distribution populations which are overprinted. Statistical distribution parameters are varied at different positions of mineralized bodies which reflects variation of mineralization intensity in the vertical extent. Studies on various mineralization marks reveal that in Yuerya Au deposit mineralization would be intensified to and gold grades gradually less variated to depth thus it is potential for further prospect to depth.

Key words: mixed distribution population; lognormal distribution; characteristic parameter; Au deposit; Hebei province.

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://w