

祁雨沟隐爆角砾岩型金矿床资源评价

田宏伟¹, 付彩云¹, 张宝仁²

1.河南金源黄金矿业有限责任公司, 河南 嵩县 471400;

2.东北大学, 辽宁 沈阳 110000

摘要:介绍了祁雨沟隐爆角砾岩体和金矿床地质特征, 采用样品统计方法, 针对不同的矿床工业指标, 对矿区资源利用现状和低品位资源利用条件进行分析, 确定了该矿区金矿床新的技术经济分析方法, 并对该区矿产资源综合利用进行了评价。

关键词:隐爆角砾岩体; 低品位; 技术经济评价; 资源利用; 祁雨沟金矿

中图分类号: P618.51 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-2518(2010)01-0006-05

由于技术经济条件限制、以及对祁雨沟隐爆角砾岩型金矿床地质特征和成矿机制认识不到位, 矿床工业指标不断调整, 矿体形态由最初的脉状演变为层状, 资源利用率一直较低, 且原估算的矿体在生产实践中存在 2 个问题: 第一, 所圈定矿体形态复杂, 不利于储量估算, 回采率低; 第二, 地质与出矿品位存在较大差异, 生产指导作用差。现采用品位统计方法, 结合实际生产和目前的技术经济条件来确定边界和块段最低盈利品位, 对矿区资源进行重新评价, 确保企业获得最佳经济效益的前提下, 使资源得到合理充分的利用。

1 角砾岩体特征

祁雨沟角砾岩型金矿床中矿体围岩和夹石均为角砾岩, 岩性为安山岩、片麻岩、斑岩等。围岩和夹石与矿体常呈渐变过渡关系, 没有明显的界限。角砾岩体在平面上呈不规则椭圆状、纺锤状、长条状, 垂向

上呈筒状或漏斗状, 与围岩界限清楚。角砾成分复杂, 主要为围岩角砾, 粒径大小不一, 一般在 0.05~3.0 m 之间, 个别达 30 m 以上; 胶结物主要为岩粉、岩屑及热液矿物。蚀变普遍发育, 强烈程度不一。矿体与围岩、夹石的主要区别: 围岩和夹石含蚀变矿物绿泥石、绿帘石等相对较少, 金属硫化物含量极少。

隐爆角砾岩型金矿床赋存于角砾岩体中, 并严格受其控制。金矿化主要发生于胶结物中, 角砾一般无矿化。金矿化主要受角砾大小和胶结物含量的影响。金矿化较好的地段, 胶结物含量较多; 而胶结物的多少又受角砾大小制约, 一般来讲, 中小角砾含胶结物多, 大角砾含胶结物少。同时, 金矿化与热液蚀变也有密切关系, 其中与矿化关系最密切的为黄铁矿化、硅化, 如大量的含金石英—黄铁矿团块和黄铁矿细脉的出现, 就是二者关系的反映(图 1)。此外, 绿帘石化、绿泥石化与金矿化的关系也较密切。

角砾岩型金矿床具有矿化程度低、有用组分分

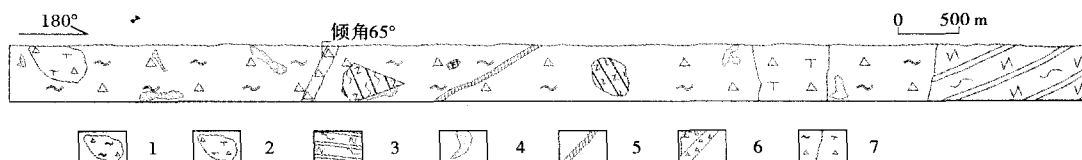


图 1 5号角砾岩体 340 m 中段 CM71 南素描图

1.以片麻岩为主的角砾岩; 2.以石英斑岩为主的角砾岩; 3.片麻岩; 4.黄铁矿团块; 5.黄铁矿细脉; 6.断层及倾角; 7.片麻岩角砾岩与石英斑岩角砾岩分界线

布不均匀、矿化空间大及全筒矿化的特点, 矿体呈现矿化富集区特征。角砾岩体中金主要赋存在角砾边缘的胶结物中, 以黄铁矿、黄铜矿等金属矿物作为金的载体。岩体中角砾与胶结物的载金矿物含量差别小, 无法用肉眼区分矿与非矿, 只能依靠化学取样来确定矿化体位置, 通过物探及工程控制等手段依据品位推断矿体产状。角砾的大小、胶结物含量的多少对矿体的圈定和估算影响较大。

2 矿床地质特征

由于受金价和技术经济条件变动的影响, 角砾岩型金矿先后有 2 种工业指标(表 1), 资源量估算和圈定形成了 2 种形态的矿体, 即脉状、层状或似层状。

2 种工业指标圈定的不同矿体地质特征显示了不同的开采利用技术条件, 以 J4 角砾岩型金矿床为例, 脉状与层状、似层状矿体地质特征对比见表 2。

收稿日期: 2009-04-15; 修订日期: 2009-07-30。

作者简介: 田宏伟(1968-), 男, 河南登封人, 工程师, 主要从事地质找矿工作。E-mail: lytianhongwei2008@163.com

表 1 矿床工业指标对比

工业指标	边界品位/g·t ⁻¹	块段工业品位/g·t ⁻¹	矿区工业品位/g·t ⁻¹	最小可采厚度/m	夹石剔除厚度/m	无矿段剔除长度
脉状	1.00	3.50	5.50	1.20	≥2.00	上下对应时 15 m; 不对应时 30 m
层状	1.00	2.50	2.80	1.20	≥2.00	同上

表 2 不同形态矿体地质特征对比

形态	厚度/m	矿体倾角/°	矿体品位/g·t ⁻¹	采矿方法	贫化率/%	供矿品位/g·t ⁻¹
脉状	0.77~3.79, 平均 0.84	25~65, 平均 42	5.96	浅孔留矿法	45	3.3
层状	1.5~6.32, 平均 2.59	12~30, 平均 19	3.61	中深孔采矿	32	2.45

脉状矿体长 44~127 m, 规模较小, 矿脉整体走向 18°, 倾向 NW, 倾角平均 42°。矿体厚度变化不大, 在 0.7~3.45 m 之间, 平均厚 0.84 m, 厚度变化系数 69.94%。金品位在 1.0~7.0 g/t 之间, 最高 26.81 g/t, 平均 5.96 g/t, 品位变化系数 131.78%。采用浅孔留矿法开采因脉线厚度小和矿体倾向上围岩矿化品位变化大, 导致采矿贫化率高达 45%。低品位资源不能有效利用(图 2)。

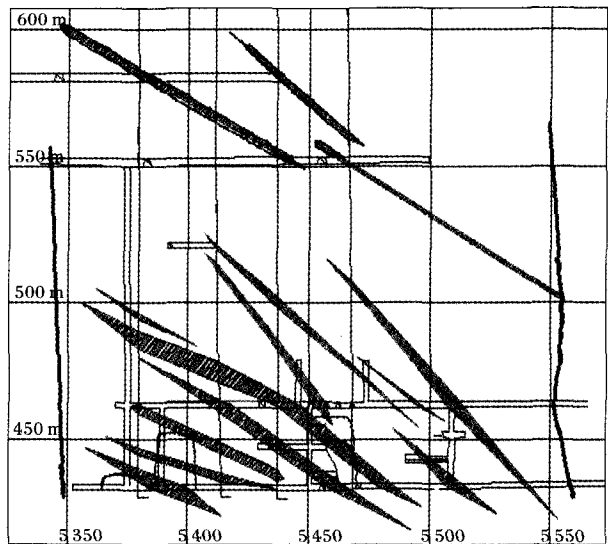


图 2 4 号角砾岩体 05 横勘探线地质剖面图(脉状矿体)
1. 钻孔; 2. 穿脉; 3. 采空区; 4. 角砾岩体边界;
5. 天井; 6. 岩脉; 7. 矿体

层状或似层状矿体长 50~260 m, 倾向 NW, 倾角 12~30°, 平均 19°。矿体厚平均为 2.59 m, 统计了 7 个矿体, 其厚度变化系数有 3 个在 40%~80% 之间, 4 个小于 40%, 最大 72.65%。样品平均品位在 0.16~240.07 g/t 之间, 全部矿体平均品位 3.61 g/t, 品位变化系数 2.45%~238.25%, 其中 41、43、45 3 个主矿体品位变化系数都大于 160%, 属品位变化不均匀型。采用浅孔留矿法直立上采和中深孔采矿, 矿体层与层之间的夹石仍无法剔除, 采矿贫化率达 32%, 地质与供矿品位仍有较大差异, 据此圈出的矿体与脉状

矿相比, 采矿贫化率大幅降低, 资源利用率大幅度提高(图 3)。

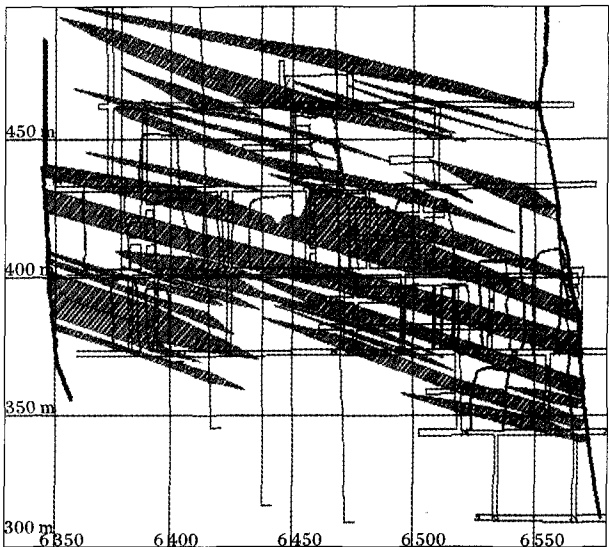


图 3 4 号角砾岩体 05 勘探线地质剖面图(缓倾斜层状矿体)
1. 钻孔; 2. 穿脉; 3. 采空区; 4. 角砾岩体边界;
5. 天井; 6. 沿脉; 7. 矿体

3 资源现状及综合利用评价

3.1 矿区资源现状

随着多年的生产利用, 矿区保有资源量急剧减少, 到 2006 年底保有金资源量(122b+333)只有 5 t, 地质品位逐年下降, 生产形势严重。针对矿区角砾岩体金矿床具有全筒矿化特征, 综合评价资源利用率、合理开发和利用原来的低品位资源, 对矿山可持续发展有重要意义。

为了更加清楚地了解低品位资源, 选择了部分有代表性的地段, 用地质统计学的方法, 统计了矿山地质刻槽取样的 2007 个样品, 通过对样品进行分级, 统计各品级样品出现的频数、频率和变化规律(表 3), 对矿床角砾岩筒金的矿化范围、矿化程度、矿化强度进行分析。小于 0.50 g/t 的样品出现频数 756 次, 占总样品数的 39.67%; 0.50~0.99 g/t 的样品出

现频数为 430 次, 占总样品数的 32.78%; 1.00~1.49 g/t 和 1.50~1.99 g/t 2 个品级出现的频数为 370 次, 占总样品数的 18.43%。更为明显的是>2 g/t 的样品每个品级出现的频数均为两位数或一位数, 每个品级所占样品的比例均在 5% 以下。

由表 1 可知, 各品级样品出现的频数存在很大差异, 反映出角砾岩型金矿体的矿化程度弱, 矿化空

间范围大, 属大而贫的矿床类型。低于现行圈矿工业指标边界品位的贫矿资源具有较大的资源量和开发利用空间^[9]。近 3 年来, 矿区尾矿品位分别为 0.28、0.27、0.26 g/t, 平均为 0.27 g/t, 说明选冶技术水平比较好, 对于低品位资源有充分利用的能力和可能。尤其是国际黄金价格的上升, 为充分回收利用低品位资源创造了良好条件。

表 3 样品统计分析

品位分级/g·t ⁻¹	品位分析		频数	累积频数	样品概率		圈矿率/%
	品位和/g·t ⁻¹	金属利用率/%			概率/%	累积概率/%	
0.00~0.29	108.87		528	528	26.31	26.31	
0.30~0.49	90.03		228	756	13.36	37.67	
0.50~0.99	315.2	96.04	430	1 186	21.42	59.09	62.33
1.00~1.49	316.07	89.8	259	1 445	12.90	71.99	40.91
1.50~1.99	193.04	83.5	111	1 556	5.53	77.52	28
2.00~2.49	180.5		81	1 637	4.04	81.56	
2.50~2.99	159.95		58	1 695	2.89	84.45	
3.00~3.49	141.3		43	1 738	2.14	86.59	
3.50~3.99	134.37		36	1 774	1.79	88.38	
4.00~4.49	115.22		27	1 801	1.35	89.73	
4.50~4.99	75.56		16	1 817	0.80	90.53	
5.00~7.49	339.57		56	1 873	2.79	93.32	
7.50~9.99	371.12		43	1 919	2.14	95.46	
10.00~14.99	515.96		43	1 959	2.14	97.60	
15.00~19.99	285.44		17	1 976	0.85	98.45	
20.00~24.99	201		9	1 985	0.45	98.90	
25.00~29.99	50.94		2	1 987	0.10	99	
≥30	1 426.38		20	2 007	1.00	100	
合计	5 020.52						

3.2 资源综合评价指标的确定

统计分析显示, 能否利用 0.50~0.99 g/t 的样品成为提高资源利用率的关键。0.50 g/t 符合边界品位应为尾矿品位的 2~4 倍的原则, 故将其确定为样品的边界品位, 重新评价矿区资源量理论上是合理的。

采用 2005~2007 年的技术经济参数来分别计算块段最低盈利品位。在边界品位为 0.50 g/t 的情况下, 拟用 3 个不同的最低盈利品位对矿产资源进行重新评价: 最低盈利品位为 1.8 g/t (方案 I); 最低盈利品位为 2.0 g/t (方案 II); 最低盈利品位为 2.2 g/t (方案 III)。

但考虑拟开发对象为低品位资源, 其品位应在很窄的范围内波动, 为规避风险, 根据拟定的采、选技术指标, 在企业略有盈利的情况下, 采用价格法计算最低工业品位, 其公式为:

$$\alpha \text{ 块段} = \frac{C}{(1-r) \cdot \varepsilon_{\text{重}} \cdot p_{\text{重}} + (1-r) \cdot \varepsilon_{\text{浮}} \cdot p_{\text{浮}}}$$

其中, α 为块段最低工业品位; C 为矿石分摊全部成本及费用, 235 元/t; r 为矿石贫化率, 18%; $\varepsilon_{\text{重}}$ 为重选回收率, 42.89%; $\varepsilon_{\text{浮}}$ 为浮选回收率, 49.91%;

$p_{\text{重}}$ 为成品金产品价格, 175 元/g; $p_{\text{浮}}$ 为含量金产品价格, 140 元/g。

通过计算, 隐爆角砾岩型金矿块段最低工业品位: $\alpha = 1.98 \times 10^{-6} \approx 2.0 \times 10^{-6}$, 故资源综合评价采用方案 II, 最低盈利品位为 2.0 g/t。

结合中深孔采矿方法技术方案, 矿体中夹石剔除厚度暂按 8 m 试行。

3.3 综合评价资源量估算

根据角砾岩型金矿床的形成机制和金矿化特征, 依据上述资源综合评价指标, 即选择边界品位为 0.50 g/t、最低盈利块段品位为 2.0 g/t、夹石剔除厚度 8 m, 对正在开采的 J4、J5、J6、J2 角砾岩体重新进行圈矿和估算, 对估算资源的利用进行重新评价。

矿体圈定原则: 单个样品用 0.50 g/t 作为圈定矿块边界的参考, 用块段最低盈利品位 2.0 g/t 作为单工程的最低衡量标准; 不考虑无矿段剔除长度; 夹石剔除厚度 8 m, 用大块段来圈定矿体进行资源量试算。

当单工程达不到块段最低盈利品位 2.0 g/t 时, 应从单工程中按夹石剔除厚度圈出品位较低地段, 或去掉工程边部品位较低地段, 使单工程平均品位

达到最低盈利品位。

通过矿体的重新圈定与估算,发现当边界品位为0.5 g/t、块段最低品位为2.0 g/t、夹石剔除厚度为8 m时,利用大块段圈出的矿体与实际生产现状基本吻合。新的评价方法圈定的矿体形态近似大的透镜体,矿体形态简单,剖面上呈大的块段投影,故简称大块段圈矿法(图4)。

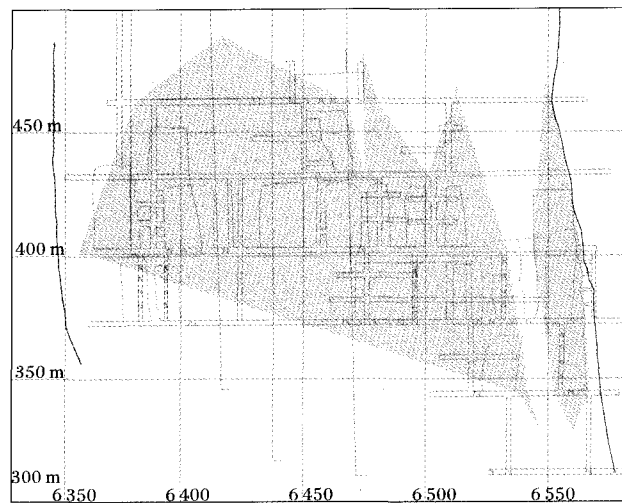


图4 4号角砾岩体05勘探线地质剖面图(大块段直立矿体)

1.钻孔;2.穿脉;3.采空区;4.角砾岩体边界;5.天井;6.沿脉;7.矿体

根据新的工业指标所圈定的矿体,在空间上连成一体,具有角砾岩体全筒矿化特征。如J4角砾岩490 m以下全筒共圈定矿体1个,在空间上近直

立,与角砾岩体产状基本一致,略微向NW倾斜,向E侧伏,空间形态为一不规则透镜体,平面上向EW两侧及上、下分支尖灭,在中部膨大,矿体总体倾向341°,倾角80~90°。矿体向深部渐变为环带、环边产出,310 m水平矿体仍未尖灭。矿体长度244 m,厚度3.9~212 m,厚度变化系数91.27%,属较稳定型。矿体中有用组分分布较均匀,样品品位0.1~235.27 g/t,矿体平均品位2.37 g/t,品位变化系数274.57%。采用浅孔留矿法直立上采和中深孔采矿,目前生产出矿品位为2.08 g/t,与矿体平均品位(2.25 g/t)基本相符。

利用大块段圈矿法对正在开采的J4、J5、J6、J2岩体进行圈矿估算,结果见表4。矿石量增加了468.5万t,金属量增加了10 541 kg。按现有生产规(1 200 t/d)计算,矿山服务年限可以延长14.76年。根据近三年选冶综合平均回收率(92.96%)以及采矿平均损失率5%和2007年度平均黄金价格(170元/g)来计算,矿区累计产金量将增加9 012.55 kg,产值将增加15 321万元。

3.4 资源评价新方案的特点

与原方法所圈出的层状或似层状矿体相比,认为采用新的边界品位、最低盈利品位以及大块段圈矿法进行资源评价的新方案有如下特点:所圈定的透镜体矿体形态简单,无分支复合现象,减少了夹石的个数和剔除的矿石量,储量计算方便;重新圈定的矿体形态与以往的缓倾斜层状矿体有较大差别,减

表4 大块段圈矿法资源估算结果

岩体号	原指标计算资源/储量(1)			现指标计算资源/储量(2)			新增资源/储量(2)-(1)		
	矿石量/万t	品位/g·t ⁻¹	金属量/kg	矿石量/万t	品位/g·t ⁻¹	金属量/kg	矿石量/万t	品位/g·t ⁻¹	金属量/kg
J4	250	2.71	6 781.63	512	2.39	12 235.2	262	2.08	5 453.57
J5	92	3.59	3 323.13	278	2.85	7 926.28	186	2.47	4 603.15
J6	19	2.84	539.6	39	2.66	1 007.84	20	2.62	468.24
J2	1	5.50	55.08	1.5	4.70	71.12	0.5	3.20	16.04
合计	362	2.94	10 699.44	830.5	2.56	21 240.44	468.5	2.24	10 541

少了夹石的影响,会使采矿时贫化率大幅度降低,采出的矿石品位与计算的地质品位会更趋接近,更利于指导生产;新方案资源量估算结果矿石量和金属量大幅增加,矿体整体品位下降,但块段品位大于2.0 g/t的最低盈利指标,技术经济可行,使大部分低品位资源得到了充分利用,提高了资源利用率。

4 结语

采用新指标对矿区角砾岩型金矿床资源进行重新评价,圈定的大块段矿体形态简单,利于开采和生产管理,便于储量计算,同时减少了夹石个数和剔除的矿石量,使矿石量大幅增加,而边界品位的降低使

部分低品位资源得到了充分利用,为公司扩大生产规模提供了资源/储量依据,并解决了过去在生产中出现的地质与出矿品位差异大的问题,降低了采矿贫化率,为矿区资源的更加合理利用提供了基础。目前此方案已通过专家论证,矿区3 000 t/d改扩建工程以本次资源的重新评价成果为依据正逐步展开。

参考文献

- [1] 张宝仁.河北金厂峪复脉型金矿床工业指标探讨[J].黄金参考,1984,(5):12-13.
- [2] 河南省地质局地质二队.河南省嵩县祁雨沟金矿区4号角砾岩体勘探地质报告[R].许昌:河南省地质局地质二队,1994.
- [3] 齐金忠,李汉光.祁雨沟隐爆角砾岩型金矿床构造应力、

成矿流体及元素地球化学[M].北京:地质出版社,2005.
[4] 张宝仁,寸珪.黄金矿山地质学[M].北京:中国建材工业出版社,1997.

[5] 张宝仁.块段最低盈利品位评价方法[D].沈阳:东北大学,2006.

Resource Evaluation of Explosion Breccia-type Gold Deposit in Qiyugou Area

TIAN Hongwei¹, FU Caiyun¹, ZHANG Baoren²

1.Henan Jinyuan Gold Mining Co., Ltd., Songxian 471400, Henan, China;

2.Northeastern University, Shenyang 110000, Liaoning, China

Abstract: Briefly introduce the crypto-explosion breccia body from Qiyugou and the geological characteristics of gold deposit. Based on the statistic of sample probability, in connection with different deposit industrial index, we analyze the status of resource utilization of the mining area and the condition of low-grade resource utilization, we confirmed a new analysis method of technical and economical evaluation for the gold deposit in this mining area, and preliminarily evaluate the comprehensive utilization of the mineral resources.

Key words: Crypto-explosion breccia body; Low-grade; Technical and economical evaluation; Resource utilization; Qiyugou gold deposit

紫金矿业冶炼厂一年从废水中回收铜 3~5 t

紫金矿业集团黄金冶炼厂通过自行改进的废水铜萃取系统经过 5 个月的稳定运行, 累计从废水中回收铜 1 100 kg, 价值约 5 万多元。经测算, 每年可从黄金冶炼的废水中回收铜 3~5 t, 价值约 15 万元, 标志着该厂向循环经济发展迈出了重要一步。

在紫金山金铜矿工艺提金过程中, 铜与金常被炭吸附, 而载金炭在进行解吸电积和湿法提纯时, 铜又被溶于酸中, 与废水一道进入黄金冶炼厂的环保车间, 特别是近年来随着紫金山金铜矿矿区采矿接近铜金结合带, 废水中的 Cu^{2+} 呈越来越高的趋势, 所产生的废水含铜量约 1~3 g/L, 这样既增加了环保废水的处理成本, 又流失了铜金属。为了有效做好节能减排工作, 该厂积极开展废水回收试验工作, 并提出废水萃取铜方案。2009 年 4 月, 该厂组织技术力量对废水中的铜金属进行回收攻关, 经过反复实验, 最终选用由选矿药剂厂生产的 ZJ988 铜萃取剂进行铜萃取回收, 铜萃取率可达 95% 以上。同时, 为了降低设备的成本支出, 该厂采用矿冶院闲置的铜萃取中试设备进行回收。2009 年 5 月, 该厂又投入 5 万元对矿冶院的铜萃取系统进行重新设计、安装、改造, 使其发挥最大效益。

目前, 经工业化生产, 改进后的铜萃取系统各项工艺指标均取得预期效果, 大大降低了冶炼废水的处理难度、减少了环保药剂使用量, 也减轻了环保系统的压力。据统计, 使用该设备可使铜回收率达到

96% 以上, 硫酸铜溶液含铜 55 g/L 以上, 含铁 0.3 g/L 以下, 满足了紫金山金铜矿铜湿法厂反萃液的要求。

山东玲珑金矿储量超过 1 000 t

据国土资源部网站报道, 中国地质科学院地质力学所提交的“全国危机矿山接替资源找矿规划”项目——山东省招远市玲珑金矿田成矿规律和深部外围预测成果证实, 该区深部发育第二富集带, 矿田黄金资源总量超千吨。

截至 2004 年底, 胶东地区已查明的金矿资源储量为全国探明储量的 24%, 保有储量占全国保有储量的 22.4%, 大型以上金矿床总数占全国总数的 20%。其中, 玲珑金矿田已查明资源储量接近 600 t, 分布有大型、特大型金矿床 10 余处。玲珑金矿组建于 1962 年, 黄金产量曾连续 23 年居全国矿山之首。经过近 50 年的开采, 地表和高品位资源的逐步枯竭。

在胶东地区启动了危机矿山资源勘查项目, 吕古贤研究员经研究得出结论, 预测胶东大型金矿深部发育“第二富集带”。预测玲珑金矿田-1 500 m 以上具有较大的找矿潜力, 黄金资源超过 1 000 t, 可以作为整装勘查示范区。

由翟裕生、裴荣富、赵文津等两院院士及专家组成的专家组, 对项目成果进行了鉴定评审。专家认为, 该项目在“胶东金矿”成矿模型、构造物理化学研究等方面达到国际领先水平, 应进一步深化玲珑金矿田深部成矿规律研究和找矿方法。