胶东邓格庄金矿深部地球化学及预测

张连昌¹.曾庆栋¹.邹为雷¹.王家法².任曙光².刘 峰²

(1. 中国科学院地质与地球物理研究所,北京 100029;2. 山东邓格庄金矿,牟平 260000)

[摘 要]通过对胶东邓格庄金矿深部(-225 m~-345 m)进行地球化学原生晕研究,结果表明 2 号脉的原生晕具有正向分带的特征, 号脉的原生晕呈反向分带。据此推测在-345 m 以下地段 2 号 矿体延伸不大,而 号脉在-345 m 以下地段还有盲矿体的叠加。

[关键词]原生晕 轴向分带序列 金矿床 胶东邓格庄

[中图分类号]P618.51;P59 [文献标识码]A [文章编号]0495 - 5331(2001)01 - 0027 - 04

山东邓格庄金矿正规投产始于 1987 年,经过十 几年的开采, 1、2、 号矿脉上部(-100 m以上) 地段已基本采空,目前正向深部开拓。由于地质勘 探程度和深度的限制,对矿体深边部了解不够,矿山 开采过程中存在深部资源不清、矿源紧缺等问题。 尽管近几年先后有不少单位在此开展过研究工作, 但在成矿预测方面,尤其是已知矿体深边部预测方 面涉及甚少。李惠(1991)等研究了邓格庄金矿 号 脉从地表 130 m 到 - 50 m 的地球化学垂直分带特 征,为深部矿体预测提供了资料;1999 年我们对该 金矿床开展了进一步的深部地球化学预测工作。本 文就 2、 号矿体深部(-225 m~-345 m)地球化 学资料进行研究,并为深部矿体预测提供信息。

1 矿床地质简况

邓格庄金矿为胶东牟平 — 乳山金矿带北段的一 个大型金矿床,金矿脉的分布受金牛山主断裂西侧 的分支断裂控制,矿区东西宽 1.5 km,南北长 2.0 km,面积约 3.0 km²。容矿围岩为昆嵛山中粗粒二 长花岗岩,该岩体总体呈灰色,中粗粒花岗变晶结 构,块状构造,主要矿物成分为斜长石、钾长石、石英 和黑云母。研究结果表明,区内出露的二长花岗岩 为老变质岩系胶东群和荆山群经交代 - 重熔形成的 混合花岗岩,其中可见到老变质岩的残留体。该岩 体成岩后又经多期构造 - 热液活动,为金矿的形成 提供了有利的条件。

邓格庄金矿床的矿脉由工业矿体和贫矿黄铁矿 石英脉组成,矿脉一般赋存于由绢英岩和绢英岩化 二长花岗岩组成的构造蚀变带中,工业矿体一般由 富金的黄铁矿石英脉或石英黄铁矿组成。这与招远 玲珑金矿不同,玲珑金矿床中有的蚀变岩也够工业 品位。

邓格庄金矿床共有具工业价值的矿脉 4 条,以 、号矿脉为主。其中 I 号脉为复脉体,进一步分 为 1和 2 号支脉, 号脉为单脉。 、 号脉中 矿体的相应编号为 1 号、2 号和 号。

¹号矿体基本为一隐伏矿体,赋存于¹号矿 脉中。走向10°~25°,平均倾向295°,倾角一般为 60°~90°,矿体走向延长1800m,矿体最大斜深500 余m,矿体厚一般为0.4m~0.8m,最大厚度为4.4 m,厚度变化系数为62%,矿体形态为脉状,矿石品 位一般为3.0×10⁻⁶~1.0×10⁻⁶,最高可达60× 10⁻⁶以上。矿化连续性较好,矿体厚度与品位之间 大致成正比关系。矿化富集部位主要集中于-300 m以上,矿体中部向下延深至-500m。

² 号矿体也基本为一隐伏矿体,赋存于 ² 号 矿脉中,矿体走向 10°~25°,平均倾向 284°,倾角一 般为 22°~79°,平均倾角 53°,矿体走向延长 1200 m, 最大斜深 500 余 m,矿体厚一般为 0.4 m~1.0 m,最 大厚度为 2.6 m,厚度变化系数为 40%,矿体厚度变 化较大,有无矿天窗,矿体形态呈不规则的板状,矿 石品位一般为 3.0 ×10⁻⁶~1.0 ×10⁻⁶,最高可达 40 ×10⁻⁶以上,矿体厚度和矿石品位沿走向和倾向有 一定规律的变化,沿走向上每隔 80 m~100 m 有一 矿化富集地段。

号矿体赋存于 号矿脉中,矿体走向 10°,平 均倾向 280°,倾角在 60°~ 85℃间,矿体走向延长 1000余m(其中近地表处长约 800 m 左右),矿体呈 脉状向 NE 方向侧伏。矿体厚一般为 0.4 m~1.0 m,最厚可达 3.80 m,有无矿天窗。矿石品位一般为

[收稿日期]2000 - 11 - 28;[修定日期]2000 - 12 - 01;[责任编辑]曲丽莉。 [基金项目]中国科学院创新工程项目(KZCXI - Y- 03)、"九五 '重大黄金项目(KZ951 - A1 - 404 - 02)及牟平金矿联合资助。 4.0 ×10⁻⁶~12 ×10⁻⁶,最高可达 70 ×10⁻⁶,富矿地 段集中于100m~-100m之间。

围岩蚀变以矿体为中心向两侧蚀变岩依次为黄 铁绢英岩 - 绢英岩 - 绢云母化花岗岩 - 钾化花岗岩 - 花岗岩。热液成矿过程可分为4个阶段:一为黄 铁矿化 - 石英阶段:二为石英 - 黄铁矿阶段:三为石 英-多金属硫化物阶段:四为石英-碳酸盐阶段。

样品采集及测试 2

为了进行 2和 号金矿体深部(-200m以 下)预测,我们采用深部地球化学的方法,即通过研 究金矿床地球化学原生晕的轴向分带,为深部预测 提供依据。由于 - 100 m 以上地段的矿体已被采 空,无法采集地球化学样品,故选择 - 200 m 以下采 矿中段沿穿脉坑道采样。采样范围从围岩、蚀变围 岩到矿体,样品按1m为长度单位连续拣块采集,单 个样品原始重为 250 g。其中 2 金矿体在 - 225 m、 - 265 m 和 - 345 m 中段沿同一垂向位置采样, 묵 金矿体在 - 225 m、 - 265 m、 - 305 m 和 - 345 m 中段 沿同一垂向位置采样。

地球化学样品分析由中国科学院地质与地球物 理研究所测试中心承担。分析的主要指示元素为 Au、Ag、Cu、Pb、Zn、Co、Mo、As、Sb、Bi、Hg等,分析方法 为原子吸收分析法。

数据处理及分析 3

3.1 地球化学轴向分带特征

为研究金矿床原生晕的轴向(垂直)分带性,本 文采用 C B 格里戈良的分带指数法来进行数据处 理。首先计算出各中段指示元素的线金属量(表1、 2),然后将各元素的线金属量值标准化(即换算至相 同级次),分别计算分带指数(表3、4)。这里的分带 指数是指标准化后某元素的线金属量与所在截面标 准化后的各元素线金属量和的比值。最后根据元素 分带指数最大值所在截面位置由浅到深将所研究元 素顺序排列。

	中段	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Co	Mo	As	Sb	Bi	Hg	_	
	- 225 m	2.09	12.72	210	198	230	65.5	52.45	572	46.18	6.92	1.958		
	- 265 m	0.54	4.46	176	87	148	46.5	54.25	122	27.22	2.66	0.950		
	- 345 m	3.80	43.71	134	376	989	51.0	396	946	36.87	11.92	1.682	_	
	表 2 号矿体指示元素线金属量													
	中段	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Co	Mo	As	Sb	Bi	Hg		
	- 225 m	1.90	13.4	217	94	142	72	55.7	736	26.12	7.04	2.39	_	
	- 265 m	8.14	46.41	150	575	2070	51	55.4	1132	21.76	6.94	1.87		
	- 305 m	1.59	12.9	223	73	89	84	47.4	1035	27.12	4.04	1.69		
	- 345 m	3.44	12.48	170	42	63	51	29.3	836.9	19.27	3.97	1.76	_	
	表 3 2 号矿体指示元素标准化值与分带指数													
项目	中段	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Co	Mo	As	Sb	Bi	Hg		
标准化值	- 225 m	20.9	12.72	21.0	19.8	23.0	65.5	52.45	57.2	46.18	6.92	19.58	345.25	
	- 265 m	5.40	4.46	17.6	87.0	14.8	46.5	54.25	12.22	27.22	2.66	9.50	281.81	
	- 345 m	38.0	43.71	13.4	37.6	98.9	51.0	39.60	94.6	36.87	11.92	16.82	482.42	
分带拍	- 225 m	0.061	0.037	0.061	0.057	0.067	0.190	0.152	0.166	0.134	0.020	0.057		
	- 265 m	0.019	0.016	0.062	0.309	0.053	0.165	0.193	0.043	0.097	0.009	0.034		
数	- 345 m	0.079	0.091	0.028	0.078	0.205	0.106	0.082	0.196	0.076	0.025	0.035		
表 4 号矿体指示元素标准化值与分带指数														
项目	中段	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Co	Mo	As	Sb	Bi	Hg		
标准化值	- 225 m	19.0	13.40	21.7	9.40	1.42	72	55.7	7.366	26.12	70.4	23.9	320.406	
	- 265 m	81.4	46.41	15.0	57.5	20.7	51	55.4	11.319	21.76	69.4	18.73	448.619	
	- 305 m	15.9	12.90	22.3	7.30	0.89	84	47.38	10.354	27.12	40.4	16.90	285.444	
	- 345 m	34.4	12.48	17.0	4.20	0.63	51	29.30	8.369	19.27	39.7	17.60	233.949	
分带指数	- 225 m	0.059	0.042	0.068	0.029	0.004	0.005	0.174	0.023	0.082	0.220	0.075		
	- 265 m	0.181	0.103	0.033	0.128	0.046	0.114	0.123	0.025	0.049	0.155	0.042		
	- 305 m	0.056	0.045	0.078	0.026	0.003	0.295	0.166	0.036	0.095	0.142	0.059		
	245	0 147	0.052	0.072	0.010	0.002	0 210	0 125	0.026	0.000	0 170	0.075		

0.218

0.003

0 125

0.036

0.082

0 170

0.059 0.075

2 号矿体指示元素线金属量

表1

 10^{-6}

项

项

0 147

345 m

0 053

0.073

0.018

根据表 3 和表 4 的资料,可初步排列出 2 和 号矿体的分带序列,分别如下:

1) (Co,Sb,Hg) - (Cu,Pb,Mo) - (Au,Ag,Zn,As, Bi) ;

2) (Mo $_Bi$) - (Au $_Ag_Pb_Zn$) - (Cu $_Co_Sb$) - (As $_Hg$) 。

再根据分带指数在垂直方向上的变化度来度量 同一截面上富集元素沿一定方向的富集程度,最后 排出分带序列。所谓分带指数的变化度(G)是指某 元素分带指数的最大值与该元素在各截面出的分带 指数之比的矢量总和。根据 G值可知, 2 号矿体 Hg 相对富集的趋势较 Sb 和 Co 大,其次为 Sb,所以 头 3 个元素的顺序应为 Hg - Sb - Co。其他元素计 算方法依此类推。最后得到的 2和 号矿体元素 分带序列分别为:

1) Hg - Sb - Co - Cu - Mo - Pb - Bi - Au - As -Zn - Ag;

2)Bi - Mo - Zn - Pb - Ag - Au - Sb - Co - Cu -

As - Hg_{\circ}

3.2 深部地球化学原生晕特征

图 1 为 号矿体 22 线地球化学异常剖面图,从 图上可清楚看出从 - 225 m 到 - 345 m,Au 异常连续 性好,预示向深部还有延伸;Ag、Cu、Co 异常向深部 趋于增强;Pb、Zn 浓集中心分布于中部;Mo、Bi 向矿 体上部富集;As、Sb、Hg 在矿体下部富集。



图 1 胶东邓格庄金矿 号脉 22 线深部 (-225 m~-345 m) 地球化学异常剖面图 (单位:10⁻⁶)

4 矿体深部预测

2号矿体目前已被开采至高程 - 200 m 左右,

富矿段集中在高程 100 m 与 - 100 m 之间,矿体至 -350 m 处已明显减薄。通过我们对 - 225 m、 - 265 m (下转第 37 页)

编写过程中 ,得到沈远超研究员的指导 ,谨此致

谢。

[参考文献]

- [1] 王清晨,张儒瑷,从柏林,等. 鲁东—苏北榴辉岩的构造特征及 其折返机制[J]. 岩石学报,1992,8(2):153~159.
- [2] 王来明,黄峰,刘贵章,等. 鲁东榴辉岩基本特征[J]. 山东地 质,1995,11(2):15~22.
- [3] 叶凯,徐平.山东荣城大疃榴辉岩成因岩石学研究[J].岩石学 报,1992,8(1):27~39.
- [4] 孙丰月,石准立,冯本智. 胶东金矿地质及幔源 C-H-O 流体

分异成岩成矿[M]. 长春:吉林人民出版社,1995.

- [5] 肖武权,戴塔根.试论胶东金成矿区成矿物质条件[J].地质与 勘探,1995,31(4):7~13.
- [6] 刘玉强,杨东来,黄太岭,等.山东胶莱盆地金矿床地质特征及 找矿方向[J].矿床地质,1999,18(3):195~207.
- [7] 王义文.中国金矿床稳定同位素地球化学研究[A].国际金矿 地质与勘探学术会议论文集.沈阳:东北工学院出版社,1989, 548~551.
- [8] 林文蔚,殷秀兰. 胶东金矿成矿流体同位素的地质特征[J]. 岩石矿物学杂志,1998,17(3):249~259.

COMPARISON OF DIFFERENT MINERAL IZATIONS IN MESOZOIC AND ITS SIGNIFICENCE IN JIAODONT REGION, SHANDONG PROVINCE

YANG Jin - zhong ,LI Guang - ming

Abstract :There are two mineralization stages , Yanshanian and Late - Yanshanian mineralization in Jiaodong region , Shandong Province . Yanshanian mineralization which formed quartz vein type (Linglong tpye) and altered rock type (Jiaojia type) gold deposits , has been studied for several years . It was related to the regional granitic magmatism which had been formed in compressive dynamic environment . Late - Yanshanian mineralization was related to Qingshanian middle - mafic magmatism in extension environment . Altered breccia type gold deposits , such as Pengjiakuang gold deposit , were formed in shallow depth (1 km ~ 3 km) . With the comparison of the ore - forming environment s , geological characteristics and stable isotope of these two mineralization stages , this paper has proposed that Late - Yanshanian gold - multimetal mineralization is as important as Yanshanian gold mineralization in Jiaodong region . Studying the Late - Yanshanian mineralization in detail will be help to the enlargement of the gold reserves and the sustainable development of the gold industry in Shandong Province .

Key words: Yanshanian , Late - Yanshanian , gold mineralization , gold - multimetal mineralization

(上接第 29 页)

和 - 345 m 中段所做的地球化学原生晕分带序列 Hg - Sb - Co - Cu - Mo - Pb - Bi - Au - As - Zn - Ag 可 以看出,该分带序列基本为一正向分带,Bi - Au - Zn - Ag 排列在尾部说明 - 345 m 中段位置已为金矿体 的中下部,估计该矿体不会有太大延伸。

号矿体目前已被开采至高程 - 150 m 左右,富 矿段集中在高程 50 m 与 - 100 m 之间,矿体至 - 300 m 处已明显减薄。通过我们对 - 225 m、 - 265 m、 -305 m 和 - 345 m 中段所做的地球化学原生晕分带 序列 Bi - Mo - Zn - Pb - Ag - Au - Sb - Co - Cu - As - Hg 可以看出,该分带序列基本为一反向分带,As - Hg 排列在尾部说明高程 - 345 m 以下还有盲矿体 前缘晕的叠加,指示其深部还有盲矿体存在。

研究表明(李惠,1998),许多大型、超大型金矿

床的成矿(晕)具有多期多阶段叠加成矿(晕)的特 点,但每一次成矿(单阶段)形成矿体(晕)都有自己 的前、尾晕,属正常分带。不同成矿阶段形成矿体 (晕)在空间上的叠加,会使分带序列计算受到一定 的影响,出现反向分带,即特征的前缘晕指示元素等 出现在矿体的下部。反向分带是大型、超大型金矿 床的特点之一,同时反向分带的地球化学元素序列 可为深部盲矿的预测提供重要依据。

[参考文献]

- [1] 李惠,张文华,常凤池,等.大型、超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,1998.8~65.
- [2] 李惠,张文华,刘宝林,等. 中国主要类型金矿床的原生晕分带 序列研究及其应有准则[J]. 地质与勘探,1999,35(1):1~13.
- [3] 沈远超,曾庆栋,刘铁兵.山东金矿类型及找矿方向探讨[J]. 黄金科学技术,1998,6(3):1~5.

DEEP - SEATED GEOCHEMISTRY AND PREDICTION FOR DENGGEZHUANG GOLD DEPOSIT IN JIAODONG

ZHANGLian - chang, ZENGQing - dong, ZHOU Wei - lei, WANGJia - fa, REN Shu - guang, LIU FENG

Abstract :This paper Studied deep - seated ($-225 \text{ m} \sim -345 \text{ m}$) geochemistry primary halo for Denggezhuang gold deposit, Jiaodong of China. It is showed that the primary halo of $_2$ vein has characteristics of axial zonality sequence and that vein has characteristics of reversed axial zonality. Therefor, authors consider that underlying port of $_2$ body is not deep in -345 m level and of body was superposed by a blind ore - body in deep - seated. Key Words primary halo, axial zonality sequence, gold deposit, Denggezhuang of Jiaodong