

鲁西平邑磨坊沟碲金型金矿的地质特征及成因机制

胡华斌^{1,2)} 牛树银²⁾ 毛景文^{1,3)} 孙爱群²⁾ 许传诗¹⁾

1) 中国地质大学, 北京, 100083 2) 石家庄经济学院, 河北 石家庄, 050031 ;

3) 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京, 100037

摘 要 本文通过研究鲁西平邑磨坊沟金矿矿层, 详细研究了围岩蚀变特征和成矿流体特征, 结合硫、氧同位素资料, 探讨了该矿床的成因机制。磨坊沟金矿呈似层状产于新太古代花岗闪长岩或古元古代二长花岗岩与寒武系主拆离滑脱带之上的早寒武世朱砂洞组碳酸盐岩中, 围岩蚀变包括黄铁绢英岩化、方解石化和萤石化, 金矿的形成主要与黄铁绢英岩化有关。成矿流体的均一温度集中于 103~220 ℃ 之间, 盐度在 4.65%~13.18% 范围内。从矿物成分看, 该矿床属于碲金型金矿。同位素研究表明, 矿层中硫来源于地幔, 而氧同位素则显示其成矿过程有大气降水的参与。矿质迁移经过了鲁西慢枝构造中深、浅层次的拆离滑脱构造, 最终卸载于次级拆离滑脱带断坪和断坡中。

关键词 磨坊沟金矿 碲金型 拆离滑脱带 慢枝构造

Geological Features and Formation Mechanism of the Mofanggou Tellurium-gold Deposit in Pinyi Area, Western Shandong

HU Huabin^{1,2)} NIU Shuyin²⁾ MAO Jingwen^{1,3)} SUN Aiqun²⁾ XU Chuanshi²⁾

1) China University of Geosciences, Beijing, 100083 ; 2) Shijiazhuang University of Economics, Shijiazhuang, Hebei, 050031 ;

3) Institute of Mineral Resources, CAGS, Beijing, 100037

Abstract This paper described the measured section of the Mofanggou gold deposit, studied in detail characteristics of alterations and fluid inclusions as well as stable isotopes, and discussed the formation mechanism of the deposit. The Mofanggou gold deposit, stratoid in form, occurs in Early Cambrian Zhushadong Formation which overlies the principal detachment-slip zone between Cambrian strata and Archeozoic gneissose granodiorite or Palaeoproterozoic adamellite. Wall-rock alterations include kaolinization, pyritization, silicification, sericitization, calcitization and fluoritization. Gold ores are related to pyritization, silicification and calcitization. Gold minerals are native gold, petzite and electrum. The homogenization temperature of the fluid inclusions mainly ranges from 103 ℃ to 220 ℃. The salinity varies from 4.65% to 13.18%. Sulfur isotope studies demonstrate that sulfur was derived from the mantle, and oxygen isotope analyses reveal that the fluid of the deposit was a mixed source of magmatic water and atmospheric water. The ore-forming fluids originated from the multiple evolution of North China sub-mantle plume, migrated through deep and shallow detachment-slip zones of Luxi mantle-branch structure, and were eventually unloaded in flats and ramps of secondary detachment-slip zones.

Key words Mofanggou gold deposit tellurium-gold type detachment-slip zone mantle-branch structure

20 世纪 80 年代以来, 由于世界范围内与碱性岩有关的碲金型金矿的广泛发现, 使得该类矿床研究受到了普遍的重视, 一大批研究成果相继问世。2003 年 5 月启动的 IGCP-486 国际对比项目‘金-银-

碲-硒矿床’的研究, 标志着碲金型金矿仍是当今矿床学界关注的热点。磨坊沟金矿属于与碱性杂岩体有关的碲金型金矿, 它是中生代全球范围内碲金型成矿系统的一个组成部分。对其进行研究, 具有

本文为中国地质调查局地质调查项目(编号: 200110200038)、国家自然科学基金项目(编号: 40272088)和国家重点基础规划发展项目(编号: G1999043211)成果。

收回日期: 2003-1-17 责任编辑: 宫月萱。

第一作者 胡华斌, 1966 年生, 博士研究生, 岩石矿物矿床学专业, E-mail: huhuabin27.student@sina.com。

重要的理论和实际意义。

1 矿床地质特征

1.1 矿体特征

磨坊沟金矿包括梨方沟-东大湾和磨坊沟 2 个矿区,目前山东省第二地质矿产勘查院正在进行详细的勘探工作。矿体呈似层状产于早寒武世朱砂洞组白云岩化灰岩、微细晶灰岩及白云岩中(图 1),距寒武系与新太古代花岗闪长岩或古元古代二长花岗岩之间的不整合面 20~30 m,该不整合面实际上是鲁西中生代地壳隆升的主拆离滑脱带,在滑脱面上发育了断层泥和断层角砾岩。矿层一般厚 3~10 m,梨方沟-东大湾金矿实测矿层剖面厚 4.8 m,共分 5 层,剖面描述如下(图 2):

- 顶板 灰色薄层硅化微晶灰岩
- 5. 灰色厚层微晶-泥晶白云岩 0.6 m
 - 4. 灰色厚层萤石化微晶灰岩,下部萤石化强烈,萤石紫色,呈立方体状,多数小于 0.3 mm 0.8 m
 - 3. 灰色厚层白云岩化硅化灰岩 显微镜下观察表明,岩石硅化强烈,局部形成硅质岩 1.25 m

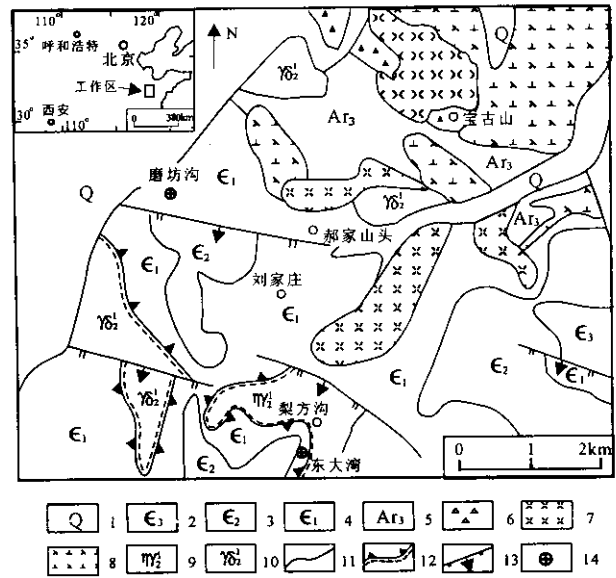


图 1 磨坊沟碲金型金矿矿区地质简图

Fig.1 Geologic sketch of Mofanggou tellurium-gold deposits

1-第四系 2-上寒武统碳酸盐岩 3-中寒武统碳酸盐岩;
4-下寒武统碳酸盐岩 5-上太古界黑云变粒岩 6-中生代隐爆角砾岩;
7-中生代正长斑岩 8-中生代闪长玢岩 9-古元古代片麻状二长花岗岩 10-古元古代片麻状花岗闪长岩 11-地质界线;
12-主拆离滑脱层 13-断层 14-金矿

1-Quaternary system 2-upper Cambrian carbonate rock 3-middle Cambrian carbonate rock 4-lower Cambrian carbonate rock 5-upper Archean biotite leptynite 6-Mesozoic cryptoexplosion breccia 7-Mesozoic syenite porphyry 8-Mesozoic diorite porphyrite 9-Palaeoproterozoic gneissose adamellite 10-Palaeoproterozoic gneissose granodiorite 11-geological boundary 12-dominant detachment-slip zones 13-fault 14-gold deposit

- 2. 灰紫色厚层白云岩化萤石化细晶灰岩,萤石呈紫色,作为胶结物充填于方解石颗粒之间 0.65 m

- 1. 灰色厚层砂质细晶白云岩,碎屑石英颗粒均匀分布,以细砂-粉砂级为主,含量 10% 1.5 m
- 底板 灰色中层-厚层微晶灰岩

梨方沟-东大湾金矿区矿体呈似层状,产状与含矿岩层产状基本一致,倾向 270°~290°,倾角 5°~15°。矿体长 634 m,实测厚度 4.8 m,金品位 2.19×10⁻⁶~7.24×10⁻⁶,平均金品位 4.9×10⁻⁶。

1.2 矿石结构

矿石结构有粒状结构、微晶结构、交代残余结构、交代环边结构和星点状结构等。矿石构造主要有浸染状构造、脉状构造、条带状构造、层纹状构造、块状构造、角砾状构造和晶洞状构造等。

1.3 矿石成分

矿石中的金矿物主要有自然金、碲金银矿和银金矿 3 种,金矿物颗粒细小,粒径多数介于 0.005~0.05 mm 之间。其他金属矿物主要为黄铁矿、方铅矿、闪锌矿及褐铁矿等。非金属矿物主要有方解石、白云石、石英、萤石和绢云母等。

1.4 围岩蚀变

1.4.1 黄铁绢英岩化 沿岩石的微裂隙和矿物颗粒边界贯入交代,或呈细脉状穿插。绢云母呈现细小的集合体,大小为 0.003~0.005 mm。硅化表现

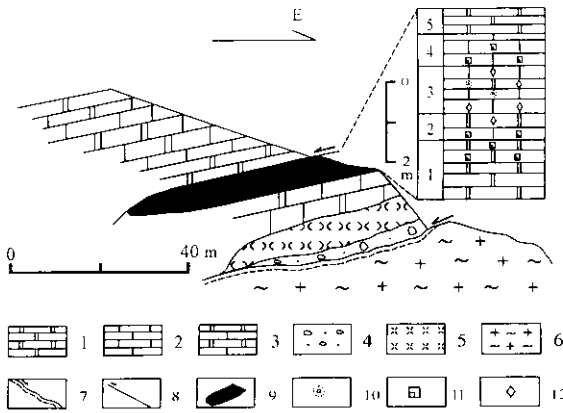


图 2 梨方沟碲金型金矿地质剖面图

Fig.2 Geologic section of Lifanggou tellurium-gold deposits

1-白云岩 2-灰岩 3-白云岩化灰岩 4-砾岩 5-正长斑岩;
6-古元古代片麻状二长花岗岩 7-主拆离断层 8-次级拆离断层;
9-矿体 10-硅化 11-萤石化 12-方解石化

1-dolomite; 2-limestone; 3-dolomitized limestone; 4-conglomerate; 5-syenite porphyry 6-Palaeoproterozoic gneissose adamellite 7-dominant detachment-slip zones 8-secondary detachment-slip zones 9-ore body; 10-silication 11-fluoritization 12-calcitization

微沿矿物颗粒边界进行交代,形成粒度不等的石英颗粒,多数在 0.06~0.1 mm 之间。脉状石英呈单脉或网脉状,脉宽 0.1~0.6 mm。黄铁矿化常呈不规则脉状贯入,脉宽 0.015~0.06 mm,并沿微裂隙向外扩散矿化,在裂隙外侧岩石中普遍有均匀分布的星点状黄铁矿。金矿的形成主要与黄铁绢英岩化有关。

1.4.2 方解石化 主要呈细脉状或网脉状穿插于矿层中。在矿层剖面中部特别发育,并与硅化和萤石化伴生。方解石脉宽度变化较大,最宽可达 1~2 cm,而细脉仅宽 0.05~0.5 mm。

1.4.3 萤石化 矿层中萤石化较为常见。矿层下部萤石多呈胶结物充填于方解石颗粒之间,中上部则呈单一的萤石脉或与方解石脉呈网脉状共生,矿层中单独产出的萤石颗粒大小变化较大,多数在 0.02~0.45 mm 之间,部分萤石发育生长环带。

2 流体包裹体特征

在梨方沟矿层剖面上,逐层取样并磨制包裹体片,在蚀变矿物石英、方解石和萤石中发现了大量流体包裹体。包裹体形态多样,有椭圆形、菱形、三角形和各种不规则形状。大小变化较大,在 3~40 μm 之间,但以 4~20 μm 为主。从成分看,所有包裹体均为气液两相盐水溶液包裹体。

测温工作在中国地质大学(北京)流体包裹体实验室利用英国产的 LinkamTHM600 冷热台进行,均

一温度重现误差小于 2℃,冰点温度重现误差小于 0.2℃。测温结果见表 1 和图 3。由图 3 可见,梨方沟矿区包裹体均一温度主要集中于 103~220℃之间,少部分数据位于 300~455℃范围内。在 95~220℃之间又出现了双峰,分别在 130~150℃和 170~190℃之间。冰点温度变化于-2.5~-9.3℃之间,以-8~-9.3℃之间占优势,对应的盐度在 4.65%~13.18%之间,最佳值为 11.7%~13.18%。利用公式(刘斌等,1999)计算得出成矿流体的密度在 0.842~1.019 之间。

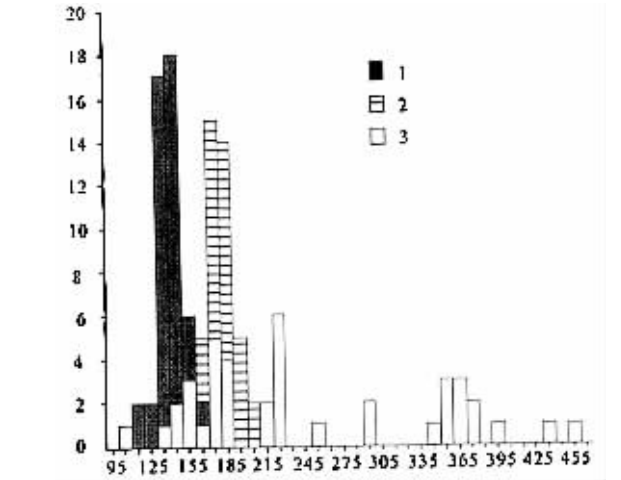


图 3 梨方沟金矿区流体包裹体均一温度直方图
Fig.3 Histograms of homogenization temperatures of fluid inclusions in Lifanggou tellurium-gold deposits
1-萤石 2-方解石 3-石英
1-fluorite 2-calcite 3-quartz

表 1 梨方沟金矿区流体包裹体显微测温结果

Table 1 Microthermometric data of fluid inclusions in Lifanggou tellurium-gold deposits

样号	主矿物	类型	大小/μm	气液比/%	均一温度/℃	冰点/℃	盐度/%	密度/g·(cm ³) ⁻¹
DF1-1	方解石	原生	4~12	~5	133~195	-7.1~-9.3	11.7~13.18	0.961~0.994
DF2-1	萤石	原生	3~10	~5	135~148	-6.6~-8.6	9.98~12.39	0.994~1.002
	石英	原生	4~12	5~90	349~450	-4.3~-4.8	6.88~7.59	0.5~0.708
DF3	石英	原生	3~6	~5	103~157	-3.5~-3.7	5.71~6.01	0.955~0.961
DF4-3	石英	原生	4~12	5~50	148~298	-4.2~-9.3	6.74~13.18	0.842~1.01
DF-5	方解石	原生	3~6	~5	162~208	-2.8~-5.6	4.65~8.68	0.919~0.939
DF-6	萤石	原生	3~8	5~10	115~161	-5~-8.3	7.86~12.05	0.991~1.001

3 同位素地球化学特征

3.1 硫同位素特征

磨坊沟碲金型金矿中黄铁矿含量很少,且颗粒细小,多数在 0.002~0.05 mm 之间,较难获得硫同位素数据,林景仟等(1997)对硅化碳酸岩化二长闪

长斑岩、火成角砾岩及矿化白云岩中的黄铁矿共测得 9 个样,其 δ³⁴S 值介于-0.71~2.990 之间。该数据与地幔硫较为接近,显示了铜石碱性杂岩体和矿石中硫有着共同的地幔来源。另外,铜石杂岩体的⁸⁷Sr/⁸⁶Sr 为 0.7012~0.7024(林景仟等,1997),进一步证明了其地幔来源。

3.2 氧同位素特征

铜石杂岩体、矿石的脉石英和玉髓的氧同位素数据见表 2。铜石杂岩体的氧同位素在 10.54‰~11.01‰之间,而矿石及其硅化围岩中脉石英的 $\delta^{18}\text{O}$ 值弱高,主要区间在 12.48‰~14.77‰(林景仟等,1997)。玉髓的 $\delta^{18}\text{O}$ 值变化于 20.33‰~22.01‰(邱检生等,1994)。成矿末期玉髓的 $\delta^{18}\text{O}$ 类似于常温下化学沉积物的 $\delta^{18}\text{O}$ 组成,与围岩碳酸盐岩中的 $\delta^{18}\text{O}$ 值(22.69‰~25.06‰;王大锐等,2002)较为接近。

表 2 磨坊沟碲金型金矿和围岩氧同位素对比表

Table 2 The Comparison of oxygen isotopes between Mofanggou tellurium-gold deposits and wall rock

样品编号	岩石或矿物	$\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}/\text{‰}$	资料来源
2005-3	角闪辉石二长斑岩	10.54	林景仟等,1997
2074-1	二长闪长斑岩	11.01	
2028-4	脉石英	12.48	
2021-5	脉石英	12.86	
TC _{31.5}	脉石英	14.76	
TC ₈₂₀₋₃	脉石英	14.77	
5528-8	脉石英	13.63	林景仟等,1997
	玉髓	20.33	邱检生等,1994
	玉髓	22.01	
J34	馒头组泥质白云岩	25.06	王大锐等,2002
J35	馒头组白云岩	23.52	

4 矿床成因机制

4.1 碲、金的来源

碲是一种分散元素,在地壳中的含量极低,虽然目前国内外有大量的碲金型矿床发现,但对碲的成矿机制还知之甚少。大量的地质资料表明,世界上大多数碲金型矿床基本上都与碱性或偏碱性侵入岩及相应的火山岩存在密切的时空联系。如:斐济的 Emperor 金碲矿床(Ahmad M 等,1987)、古巴的 Fiorencia 金银碲矿床(Bortnikov 等,1988)、美国科罗拉多的 Cripple Creek 金碲矿(Thompson 等,1985)、加拿大的 Macassa 碲金矿床(Tesfaye,1992),以及中国的东坪金矿(Mao Jingwen 等,2003;汪宝德等,2003)和归来庄金矿(林景仟等,1997)等。这些伴生的碱性或偏碱性杂岩体区域上存在着高碲的地球化学背景场(张招崇等,1992),暗示杂岩体和碲金型矿床有着共同的碲来源。实际上,这表明了来

源于地幔的碱性、偏碱性侵入火山杂岩体与赋存于岩体或附近地质体中的含碲化物金矿床,其成矿物质在物源和通道上的某种吻合(涂光炽,2000)。

4.2 碲金型矿床成矿的深部过程

磨坊沟金矿的 $\delta^{34}\text{S}$ 值与东坪金矿的成矿溶液总硫同位素组成($\delta^{34}\text{S}_{\Sigma\text{S}}=1.85\text{‰}$),小营盘金矿的成矿溶液总硫同位素组成($\delta^{34}\text{S}_{\Sigma\text{S}}=0\sim\pm 3\text{‰}$;汪宝德等,2003)、大水沟独立碲矿的黄铁矿-磁黄铁矿 $\delta^{34}\text{S}$ 值($-3.1\text{‰}\sim 2.8\text{‰}$;毛景文等,2000)较为接近,显示了三者成矿物质来源的一致性。而东坪金矿的惰性气体同位素(Mao Jingwen 等,2003)和大水沟独立碲矿的惰性气体同位素(毛景文等,2000)则进一步证明了地幔流体参与了成矿作用。磨坊沟金矿的 $\delta^{18}\text{O}$ 值较高,表明了成矿流体在上升的过程中受到地壳物质的混染。因此,硫、氧同位素的这一特点是地幔流体长距离迁移,并最终在地壳浅部富集成矿的直接证据。流体包裹体显微测温数据显示,成矿流体的均一温度集中于 103~220℃之间,盐度在 4.65%~13.18%范围内,流体密度在 0.5~1.019 之间。具有浅成中低温热液矿床的特点。

鲁西平邑磨坊沟碲金型金矿的成矿模式概括如下:由于华北地幔亚热柱呈蘑菇状向外围扩展,岩石圈深部物质可通过上地幔顶部幔壳过渡带、中地壳低速带(韧性流变拆离带)向外围方向拆离流变(牛树银等,1996;孙爱群等,2002)。高度挥发的 Au、Se、Te 成矿物质呈气态也随地幔亚热柱一起上升到达壳幔边界,这些低速软层的物质在壳幔边界向外拆离流变的过程中,发生大规模的碱交代作用,加之岩浆的多次抽提,使成矿物质进一步富集,富含 Au、Se、Te 成矿流体沿深、浅层次的拆离滑脱带向上运移。鲁西地区发育深、浅 2 个层次的滑脱构造。浅层次分别沿寒武系-石炭系之间的不整合面和早前寒武纪花岗绿岩体与寒武系间的不整合面发育,深层次滑面则是中地壳低速高导层发育处(燕守勋等,1996)。磨坊沟金矿正是产在早前寒武纪花岗绿岩体与寒武系间拆离滑脱带附近,矿层顶板发育的 NW 向层间次级拆离滑脱带中断坪和断坡则构成了矿体的容矿空间(图 4)。

5 结论

从矿物成分看,磨坊沟金矿属于碲金型金矿。矿化蚀变包括高岭石化、黄铁绢英岩化、方解石化和萤石化,金矿的形成主要与黄铁绢英岩化有关。成矿

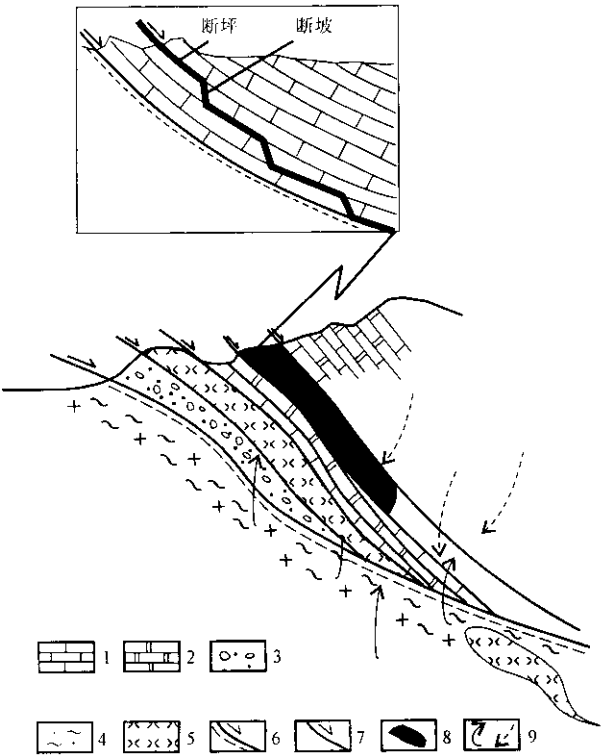


图 4 磨坊沟碲金型金矿成矿模式图

Fig.4 Metallogenic model of Mofanggou tellurium-gold deposits

1-灰岩 2-白云岩 3-砾岩 4-太古宙片麻状二长花岗岩；
5-正长斑岩 6-主拆离断层 7-次级拆离断层 8-矿体 9-流体运移方向
1-limestone；2-dolomite；3-conglomerate；4-Archaeozoic gneissose adamellite 5-syenite porphyry 6-dominant detachment-slip zones 7-secondary detachment-slip zones 8-ore body 9-direction of fluid migration

流体的均一温度集中于 103~220℃ 之间,盐度在 4.65%~13.18% 范围内,流体密度在 0.842~1.019 之间,具有浅成中低温热液矿床的特点。

同位素研究表明,矿层中硫来源于地幔,而氧同位素则显示了有大气降水的参与。硫、氧同位素的这一特点是地幔流体长距离迁移,并最终在地壳浅部富集成矿的直接证据。

磨坊沟金矿的形成在物源上是以深部供给为主,矿质迁移则经过了鲁西幔枝构造深、浅层次的拆离滑脱构造,并最终卸载于层间次级拆离滑脱带的断坪和断坡中。

参 考 文 献

林景仟,谭东娟,于学峰等. 1997. 鲁西归来庄金矿成因. 济南: 山东科学技术出版社,1~160.
刘斌,沈昆. 1999. 流体包裹体热力学. 北京: 地质出版社,1~290.
毛景文,魏家秀. 2000. 大水沟碲矿床流体包裹体的 He、Ar 同位素组

成及其示踪成矿流体的来源. 地球学报, 21(1): 58~61.
牛树银,孙爱群,李红阳等. 1996. 河淮地幔亚热柱的演化及其对华北地区成矿的控制作用. 地球学报, 17(4): 413~423.
邱检生,王德滋,任启江. 1994. 我国首例碲金型浅成低温热液金矿床——山东平邑归来庄金矿. 地质与勘探, 30(1): 7~12.
孙爱群,牛树银,李红阳. 2002. 冀东“长城式”金矿的成因探讨. 地球学报, 23(5): 435~442.
涂光炽. 2000. 初论碲的成矿问题. 矿物岩石地球化学通报, 19(4): 211~214.
王宝德,牛树银,孙爱群等. 2003. 冀北地区中生代金银多金属矿床成矿物质来源和深部过程探讨. 地质学报, 77(3): 379~386.
王大锐,冯晓杰. 2002. 渤海湾地区下古生界碳、氧同位素地球化学研究. 地质学报, 76(3): 400~408.
燕守勋,王桂梁,邵震杰等. 1996. 鲁西地壳隆升的伸展构造模式. 地质学报, 70(1): 1~11.
张招崇,李兆鼎. 1997. 富碲化物型金矿形成的物理化学条件——以水泉沟金矿田为例. 矿床地质, 16(1): 41~52.

References

Ahmad M, Solomon M, Walshe J L. 1987. Mineralogical and geochemical studies of the Emperor gold telluride deposit, Fiji. Econ. Geol., 82: 345~370.
Bortnikov N S, Kramer K H, Genkin A D et al. 1988. Paragenesis of gold and silver tellurides in the Fiorenza deposit, Cuba. Inter. Geol. Rev., 30: 294~330.
Lin Jingqian, Tan Dongjuan, Yu Xuefeng et al. 1997. Genesis of Guilaizhuang gold deposit of western Shandong. Jinan: Shandong Science and Technology Press, 1~160 (in Chinese with English abstract).
Liu Bin, Shen Kun. 1999. Thermodynamics of fluid inclusions. Beijing: Geological Publishing House, 1~290 (in Chinese with English abstract).
Mao Jingwen, Li Yinqing, Goldfarb R et al. 2003. Fluid inclusion and noble gas studies of the Dongping Gold deposit, Hebei province, China: a mantle connection for mineralization? Econ. Geol., 98: 517~534.
Mao Jingwen, Wei Jiaxiu. 2000. Helium and argon isotopic components of fluid inclusions and tracing to the source of metallogenic fluids in the Dashuigou tellurium deposit of Sichuan province. Acta Geoscientia Sinica, 21(1): 58~61 (in Chinese with English abstract).
Niu Shuyin, Sun Aiqun, Li Hongyang et al. 1996. The formation of Hehuai submantle plume and its controlling to the mineralization North China. Acta Geoscientia Sinica, 17(4): 413~423 (in Chinese with English abstract).
Qiu Jiansheng, Wang Dezi, Ren Qijiang et al. 1994. The First example of Tellurium-gold epithermal deposit in China——the Guilaizhuang gold deposit. Geology and Prospecting, 30(1): 7~12 (in Chinese with English abstract).
Sun Aiqun, Niu Shuyin, Li Hongyang. 2002. The origin of the “Changcheng type” gold deposit in east Hebei. Acta Geoscientia Sinica, 23(5): 435~442 (in Chinese with English abstract).
Tesfaye G. 1992. Ore-microscopic and geochemical characteristics of

gold-tellurides-sulfide mineralization in the Macassa gold mine, Abitibi belt, Canada. Mineralium Deposita, 27 :66~71.

Thompson T B, Trippel A D, Dwelley P C. 1985. Mineralized veins and breccias of the Cripple Creek district, Colorado. Econ. Geol., 80 :1669~1688.

Tu Guangchi. 2000. A preliminary discussion on tellurium metallogenesis. Bulletin of Mineralogy, Petrology and Geochemistry, 19 (4) : 211~214(in Chinese with English abstract).

Wang Baode, Niu Shuyin, Sun Aiqun et al. 2003. Source of ore-forming material of Mesozoic Au-Ag polymetallic deposits in North Hebei province and restriction of deep process. Acta Geologica Sinica, 77

(3) 379~386(in Chinese with English abstract).

Wang Darui, Feng Xiaojie. 2002. Research on carbon and oxygen geochemistry of Lower Paleozoic in North China. Acta Geologica Sinica, 76(3) 400~408(in Chinese with English abstract).

Yan Shouxun, Wang Guiliang, Shao Zhenjie et al. 1996. Extensional tectonic model of crustal elevation in western Shandong. Acta Geologica Sinica, 70(1) 1~11(in Chinese with English abstract).

Zhang Zhaochong, Li Zhaonai. 1997. Physicochemical conditions for the formation of tellurides-rich gold deposits as exemplified by the Shui-quangou gold ore field. Mineral Deposits, 16(1) :41~52(in Chinese with English abstract).

CNKI 中国知识基础设施工程

编号 CAJ-SR 2002Z L0180

中国学术期刊综合引证年度报告
(Chinese Academic Journal Comprehensive Citation Annual Report)

期刊名称 地球学报

主办单位 中国地质科学院

标准刊号 ISSN 1006-3021 CN 11-3474/P

引证报告 根据《中国学术期刊综合评价数据库(CAJCED2002)》对 5186 种统计刊源 100 余万篇
论文引用参考文献进行的统计,并经综合评价分析,本刊 2001 年度各项文献计量指标
如下表:

总被引频次	影响因子	即年指标	2001 载文量	被引半衰期
289	0.8060	0.1782	101	4.3700

引自中国学术期刊(光盘版)电子杂志社文献检索分析中心 2003 年 7 月 1 日报告。