

山东归来庄金矿床 $Au_{2-x}Te$ 的发现及其成因探讨

李增胜¹⁾, 吴敏²⁾, 侯明兰¹⁾, 林培军¹⁾

1) 中国冶金地质总局山东局测试中心, 济南, 250014; 2) 山东黄金有色矿业集团有限公司, 济南, 250100

归来庄金矿床是上世纪 90 年代在鲁西南地区发现的大型金矿床, 也是国内首个发现的碲金型浅成低温热液金矿床。矿床地处华北板块东南缘, 郯庐断裂带以西, 鲁西地块南部。区内地层主要为新太古代泰山岩群山草峪组变质岩系, 古生代寒武系、奥陶系碳酸盐岩及碎屑岩, 中生代侏罗系-白垩系碎屑岩及火山岩等, 隐爆角砾岩体及旁侧的围岩均赋存金矿, 金矿体的形态、产状及分布受火成角砾岩体控制(林景仟等, 1997; 于学峰等, 2009)。

1 碲化物矿物学特征

根据野外和镜下观察, 金属矿物结晶分为三个阶段。第 I 阶段为多金属硫化物阶段、第 II 阶段为金银碲化物成矿阶段, 第 III 阶段为硫化物-氧化物+自然金阶段。在第 II 阶段碲化物大量出现, 有碲金矿、斜方碲金矿、针碲金银矿、碲银矿、碲镍矿、碲汞矿、碲铅矿、自然碲等。

采用偏反光显微镜和电子探针对碲化物的共生组合特征以及化学成分进行了系统研究。碲化物化学成分分析所用仪器是中国冶金地质总局山东局测试中心的日本电子 JXA-8230 型电子探针, 实验条件: 电压 20KV, 电流 20nA, 束斑 $1\mu m$, 所用标样均为美国 SPI 矿物标准。除上述碲化物外还首次发现理论成分为 Au_3Te 和 Au_4Te 的两种碲化物。关于非常规的碲金矿物, 前人在河北东坪金矿(中国人民武装警察部队黄金指挥部, 1996)和黑龙江三道弯子金矿(许虹等, 2011)分别发现未命名矿物 Au_2Te 。

归来庄金矿床主要的碲化物特征(数据见表 1)如下:

(1) 碲镍矿 ($NiTe_2$): 浅红色, 计算化学式为 $Ni_{1.04}Te_{2.00} \sim Ni_{1.05}Te_{2.00}$, 含有微量的 Fe、Co、Se 等, 呈不规则状分布在碲铅矿边缘。

(2) 碲汞矿 ($HgTe$): 铁黑色, 计算化学式为 $Hg_{0.98}Te_{1.00}$, 含有微量的 S、Fe、Se 等, 分布于碲镍矿和碲铅矿边缘。

(3) 碲银矿 (Ag_2Te): 灰白色, 计算化学式为 $Ag_{1.96}Te_{1.00} \sim Ag_{1.99}Te_{1.00}$, 含有微量的 S、Fe、Se、Hg 等, 与碲金银矿密切共生。

(4) 斜方碲金矿 [$(Au, Ag)Te_2$]: 乳白色, 计算化学式为 $Ag_{0.42}Au_{0.84}Te_{2.00}$, 含有微量的 Bi、Ni、Se, 主要与碲金银矿共生。

(5) 针碲金银矿 ($AuAgTe_4$): 银白色, 计算化学式为 $Au_{1.15}Ag_{0.89}Te_{4.00}$, 含有微量的 Bi、Se 等, 与斜方碲金矿、碲金矿等共生。

(6) 碲金矿 ($AuTe_2$): 奶白色, 计算化学式为 $Au_{0.98}Te_{2.00} \sim AuTe_2$, 含有微量的 Fe、Bi、Se 等, 多交代碲铅矿或碲金银矿。

(7) 未命名矿物 $Au_{2-x}Te$: 本次研究新发现两粒淡黄色的碲金化合物, 计算化学式分别为 $Au_{2.55}Ag_{0.37}Te$ 和 $Au_{3.79}Ag_{0.24}Te$, 理论值应为 Au_3Te 和 Au_4Te 。

2 Au_3Te 和 Au_4Te 成因探讨

在成矿第 I 阶段, 具有高 $f(S_2)$ 低 $f(Te_2)$ 的特点, 此时主要生成黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿和方铅矿等为主的硫化物; 在成矿第 II 阶段, 随着硫化物的大量沉淀, $f(Te_2)$ 逐级升高, 成矿系统中 $f(Te_2)/f(S_2)$ 比值不断升高, 形成了大量碲金矿、碲铅矿、碲汞矿、碲银矿、碲金银矿等碲化物, 同时伴随少量自然金的形成, 到了碲化物成矿后期由于成

注: 本文为中国冶金地质总局山东局青年科技基金资助项目的成果。

收稿日期: 2015-02-10; 改回日期: 2015-03-02; 责任编辑: 章雨旭。

作者简介: 李增胜, 男, 1985 年生。博士, 工程师, 地球化学专业。Email: lizengsheng@126.com。

矿第 I 和 II 阶段硫化物和碲化物的大量沉淀导致成矿溶液中 $f(S_2)$ 和 $f(Te_2)$ 均较低, 这时成矿流体中金是过饱和的, 初步认为过量的 Au 和碲金矿反应生成 Au_3Te 和 Au_4Te 等超高金含量的碲化物。

对于这种 $Au_{2-x}Te$ 型碲化物的形成机理, 还需要进行人工合成实验和地球化学热力学来进行模拟或计算。

参 考 文 献 / References

林景任, 谭东娟, 于学峰, 李秉仁, 李瑛, 许文良. 1997. 鲁西归来庄金

矿成因. 济南: 山东科学技术出版社, 1~48.

许虹, 余宇星, 高燊, 田竹, 吴详珂, 杨利军, 王秋舒, 孙逸. 2011. 黑龙江三道湾子金矿一种新的结晶质 Au-Te 化合物. 地质通报, 30(11):1779-1784

于学峰, 方宝明, 韩作振. 2006. 鲁西归来庄金矿田成矿系列及成矿作用研究. 地质学报, 83(1): 55~64

中国人民武装警察部队黄金指挥部. 1996. 河北省东坪碱性杂岩金矿地质. 北京: 地震出版社, 80~130

表 1 碲化物电子探针分析结果

碲化物种类	S	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Bi	Se	Te	Hg	Au	Ag	Total
碲镍矿	-	2.11	0.62	17.27	-	-	-	0.28	79.32	-	-	0.01	99.61
碲镍矿	0.02	0.08	0.23	17.72	0.03	-	-	0.21	80.24	0.02	-	-	98.55
碲汞矿	0.12	0.13	0.03	-	0.01	0.04	-	0.25	38.26	59.23	-	-	98.07
碲银矿	0.09	0.08	-	-	-	-	0.01	2.21	36.17	0.38	-	59.97	98.91
碲银矿	0.09	0.11	-	0.01	0.01	0.01	0.06	2.13	36.12	0.31	0.04	60.78	99.67
斜方碲金矿	0.03	0.06	0.02	1.09	-	-	0.34	0.95	53.89	-	34.68	9.37	100.43
针碲金银矿	0.04	-	-	0.02	-	-	0.28	0.35	60.64	-	27.02	10.41	98.76
针碲金银矿	0.07	0.01	0.01	0.08	-	0.05	0.15	0.30	60.00	-	26.65	11.11	98.43
碲金矿	-	0.35	0.02	-	-	-	0.34	0.21	55.34	-	41.95	0.26	98.47
碲金矿	0.01	0.41	-	0.01	-	-	0.31	0.26	56.36	-	41.75	0.59	99.70
Au_4Te	0.01	1.12	-	-	0.01	0.03	0.56	0.03	13.97	-	81.56	2.78	100.07
Au_3Te	0.25	0.18	-	-	-	0.01	0.54	0.08	18.44	-	72.70	5.81	98.01