

辽宁红石砬子金银矿床中金银矿物标型特征及成因意义

徐万臣

(辽宁省地质矿产研究院 辽宁 沈阳 110032)

摘要: 从金银矿物形态、金矿物成色、微量元素等方面对红石砬子金银矿床金银矿物标型进行了研究,对其成因标志意义进行了探讨。认为金矿物以银金矿为主,赋存状态为晶隙金、裂隙金和包体金。金矿物成色为 334~813,平均为 664。微量元素以含 Bi、Cu、Sb 相对高为特征,反映出该金银矿床成因类型是浅成中低温热液矿床。

关键词: 金银矿床;金银矿物;标型特征;红石砬子;辽宁

矿物的标型性既是成因矿物学研究的主要内容,也是找矿矿物学探索的重要领域。在矿床中,矿物标型性记录着地质作用过程中成岩成矿的丰富信息,反映矿床形成的地质、地球化学和物理化学环境,蕴藏着寻找矿床及探讨矿床成因的矿物学-地球化学标志。因此,分析和研究金银矿床中金银矿物的特征,在矿床成矿理论研究和找矿实践中均具有重要意义。本文以研究工作中实际资料为依据,试图阐明红石砬子矿床中金银矿物的标型特征及其成因标志意义。

1 地质概况

红石砬子金银矿区位于辽西台陷义县中生代断陷盆地的东缘。纵贯矿区的南北向断裂是本区的主要构造,次级构造为北北东向断裂,北西向断裂和褶皱构造不甚发育。构造的交汇处是矿体的有利赋存部位。

矿区出露地层以早白垩世义县组火山岩安山岩、角闪安山岩为主,矿体产在义县组火山岩中。区内次火山岩比较发育,燕山晚期的次火山岩流纹斑岩(局部有花岗斑岩)呈岩墙状纵贯矿区南北,倾向东,倾角 70~80°。断裂延伸 5000 余米,宽为 20~60 m。金银矿体主要受南北向断裂构造控制,且赋存在流纹斑岩及其两侧的蚀变碎裂带中,矿体呈近南北向的脉状和透境状,倾向东,倾角为 70~80°^{①②}。

矿床的形成经历了热液期和表生期。热液期又分早、中、晚 3 个矿成阶段,即黄铁矿-石英阶段、石英-金(银)-硫化物阶段、石英-碳酸盐阶段,其中石英-

金(银)-硫化物阶段为金银的主要成矿阶段。矿石构造以角砾状、块状、浸染状、晶洞状为主。矿石结构主要有交代残留、交代假象、乳滴状结构。矿物成分主要有自然金、银金矿、金银矿、自然银、黄铁矿、辉银矿、方铅矿、闪锌矿、黄铜矿、石英和碳酸盐。矿床蚀变主要为硅化和黄铁矿化,次为绢云母化、绿泥石化、高岭土化、碳酸盐化等。

红石砬子金银矿床在空间上和时间上与义县火山喷发旋回末期的次火山岩流纹斑岩密切相关。成矿作用以充填和交代作用为主,多期叠加,主成矿期温度为中低温,矿床形成深度具有浅成次火山热液矿床的特征。

2 金银矿物特征

2.1 金银矿物种类

矿区金银矿物主要为自然金-自然银固熔体系列矿物。对其命名采用以下方案(据蔡长金等,1987):含 Au 100%~80%、Ag 0%~20% 为自然金;含 Au 80%~50%、Ag 20%~50% 为银金矿;含 Au 50%~20%、Ag 50%~80% 为金银矿;含 Au 0%~20%、Ag 80%~100% 为自然银。根据研究中对 24 个金银系列矿物样品的电子探针分析结果(表 1)确定,该金银系列矿物有自然金、银金矿、金银矿和自然银,并以银金矿为主,另有辉银矿、马硫铜银矿和硫锑铜银矿。

2.2 金矿物形态和粒度

矿相和重砂资料表明,本区金矿物中尚未发现完

收稿日期: 2005-06-23;修回日期: 2005-12-07。李兰英编辑。

①史济传. 对辽西火山岩金矿几个地质问题的初步讨论. 辽宁省地质矿产局地质论文集, 1988 年第 3 集. 46—52.

②周德海. 辽宁义县红石砬子火山岩型金矿床地质特征及其找矿方向. 冶金工业部黄金情报网金银矿产选集, 1990 年第 14 集. 187—191.

好的自形晶体,主要为树枝状、片状及不规则状。据 H·B·彼得洛夫斯卡娅的研究^[1],金矿物形态特点反映了金的形成条件,浅部矿体金形态标型以小的不完整的等轴晶体为主。据此认为本区金矿物呈现浅部矿体的形态标型。多数研究者认为,金矿物的粒度也是生成条件的标志。随矿床形成深度和温度的差异,呈现不同的粒级标型。中深成金矿以粗粒金为主,浅成及中低温金矿主要为细粒金。本区金矿物除次显微金外,金的常见粒度为 0.001~0.05 mm,粒度细小,显示了浅成低温金矿的粒级标型。

2.3 金矿物的成色标型

金矿物的成色变化是它的主要标型特征,矿床成因特征、成矿作用环境、成矿温度、成矿时代、世代等都集中反映在金的成色上。因此,研究金矿物的成色变化对确定成矿作用有重要理论意义。

电子探针分析结果(表 1)表明,Au 含量为 33.18%~81.22%,平均值为 66.22%;Ag 含量为

表 1 金银系列矿物的某些特征
Table 1 characteristics of Au-Ag mineral series

样品号	矿物名称	Au	Ag	Sb	Bi	Cu	Zn	Ag/Au	成色
Cm ₂₈₋₂	自然金	81.22	18.65	0	0	0	0	0.23	813
R ₇₋₂	银金矿	79.55	20.33	0.01	0	0.01	0	0.26	796
R ₇₋₁	银金矿	71.40	28.30	0	0	0	0	0.40	716
R ₄₉₋₂	银金矿	78.71	21.13	0	0	0.01	0	0.27	788
R ₄₉₋₁	银金矿	71.25	27.30	0	0.01	0	0	0.38	723
R ₃₇₋₃	银金矿	70.70	28.68	0	0	0	0	0.41	711
R ₃₈₋₁₋₁	银金矿	68.48	30.48	0	0.01	0	0	0.45	689
R ₃₈₋₁₋₂	银金矿	63.09	36.15	0	0	0.07	0	0.57	635
R ₁₁	银金矿	61.03	38.49	0.05	0	0.01	0	0.63	613
R ₃₇₋₁	银金矿	59.33	40.27	0	0	0.01	0	0.68	595
Cm ₁₅₋₁	银金矿	58.15	41.64	0	0	0.01	0	0.72	583
R ₄₈	银金矿	53.29	45.73	0.01	0	0.05	0	0.86	538
R ₁₀₉	银金矿	76.26	26.95		0	0	0	0.35	739
TC ₃₇₋₁	银金矿	79.43	20.12					0.25	798
Cm ₂₃₋₂ ^[1]	银金矿	78.55	20.57					0.26	794
Ym ₄ S ₃	银金矿	72.92	26.41					0.36	734
TC ₅₋₄	银金矿	69.06	30.22					0.44	695
Cm ₂₃₋₂₋₁	银金矿	66.91	32.33					0.48	674
Cm ₂₃₋₂₋₂	银金矿	65.69	33.89					0.52	660
Ym ₄ S ₃₋₁	银金矿	64.55	35.12					0.54	648
Cm ₂₃	金银矿	33.18	66.07					1.99	334
Cm ₂₃	金银矿	34.05	65.23	0	0	0	0.01	1.92	348
R ₁₂₋₂	自然银	0	99.95	0.01	0	0.01	0		
R ₁₂₋₁	自然银	0	98.09	0.01	0	0	0		

测试单位:湖南省地质测试中心电探室。含量单位:%。

18.65%~66.07%,平均值为 33.37%;Ag/Au 值为 0.23~1.99,平均值为 0.58。金矿物的成色为 334~813,平均值 664,其中成色大于 750 的有 5 个(占 22.7%),成色小于 750 的有 17 个(占 77.3%)。研究表明,不同的金矿物或同一矿物的不同部位,金的成色变化较大。矿物的中心部位成色较高,如 Cm₂₈₋₂ 号金矿物,中心含金大于 90%,成色大于 900;边部含金小于 80%,成色小于 800;平均含金 81.22,成色为 813。表明粒度较大者经历的时间较长,显示了金矿物具有多世代的特点。金银矿物电子探针背散射图象和金、银 X 射线图象表明,Au 和 Ag 的分布不均匀,有的部位以金为主,有的部位以银为主。金的成色变化范围为 334~813,金、银的分布特征说明金银矿物形成时的物理化学条件变化明显。

金的成色高低可以作为矿床形成深度及形成温度的指示标志。很多研究资料证实^[2],矿床的形成深度越大,金的成色越高;反之,矿床形成深度越浅,金的成色越低。在深成及中深成金矿床中,金的成色大于 800;浅成或地表金矿床,金的成色低于 700。据此确认红石砬子金银矿床具有浅成的标型特征。

在不同成因类型金矿床中,金、银两种元素的浓度不同,表现为金矿物的纯度(或成色)随成矿温度的降低,具渐减的变化趋势,这是由于温度的降低,成矿溶液中金的浓度渐减而银的浓度增高所致。一般认为,在高-中温热液金矿床中,金成色大于 800;在中、低温热液金矿床中,金成色在 500~750 之间。根据金银矿物电子探针分析数据,将本区金矿物的成色数值投在金的成色与成矿温度的关系图解(图 1)上^[3],结果表明成矿具有中、低温的特征,这与黄铁矿的标型特征研究结论相一致^[4]。

从表 1 还可以看出,本矿床金矿物的 Ag/Au 值为

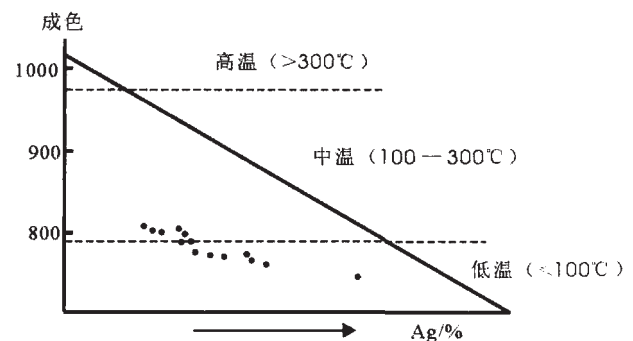


图 1 金的成色与成矿温度的关系

Fig. 1 Correlation between fineness of gold and metallogenic temperature

0.23 ~ 1.92, 平均为 0.56, 显示了 Ag/Au 值较高的特点。据前人资料, 当温度低于 227℃ 时, 银在溶液中扩散的速度为金的 1/6, 因而形成低成色和高银金比的金矿物。本区金的成色低, Ag/Au 值高, 故可以判定该矿床主成矿期温度应低于 227℃。

2.4 金矿物的微量元素

区内金矿物除含有 Au、Ag 外, 尚含有 Cu、Sb、Bi 及甚微量 Zn (见表 1)。这些杂质元素的变化特征具有成因标型意义。根据 B·T·莫伊辛科的研究^[1], 深成金矿, Hg、Zn 含量较高; 中深成金矿, Bi、Cu 含量较高; 浅成金矿, Sb、Pt 含量高。本区 Cu 为 0.01% ~ 0.07%、Bi 0.01%, Sb 0.01 ~ 0.05%, Zn 甚微或不含。说明金矿物以含 Bi、Cu、Sb 较高而 Zn 极低为特征, 反映该矿床成矿具有中-浅成的特征。

2.5 金的赋存状态

金的赋存状态按金矿物颗粒大小有明金、显微金和超显微金。主要呈独立矿物形式赋存于黄铁矿、方铅矿和石英等矿物中或其粒间, 并与伴生矿物有充填、包裹、共边连生的关系。依照金产出状态及与伴生矿物的相互关系又可分为晶隙金 (即粒间金)、裂隙金和包体金 3 种。晶隙金 (粒间金): 金银矿物主要存在于硫化物晶粒间或硫化物与石英晶粒间, 多呈片状, 有的为不规则港湾状、囊粒状等。裂隙金: 金主要赋存于黄铁矿裂隙中, 早期黄铁矿压碎裂隙被金、银矿物以及多金属硫化物充填, 形态呈长条状、树枝状、丝状、棒状、片状等。包体金: 主要存在于黄铁矿中, 偶而见于石英中, 多为浑圆状、不规则圆粒状等。

2.6 含银矿物特征

(1) 辉银矿 是红石砬子矿床中主要含银矿物, 形态较复杂, 呈不规则粒状、树枝状、圆粒状等。其反射色呈灰带绿色, 反射率低于方铅矿, 弱非均质性。粒度变化较大, 一般为 0.05 ~ 0.1 mm, 最大者达 1 ~ 1.5 mm。辉银矿是金银矿化晚期阶段的产物, 多数穿插方铅矿和自然银, 少部分在方铅矿中呈乳滴状分布。主要伴生矿物有黄铁矿、方铅矿、自然银和石英。

电子探针分析结果 (表 2) 表明, 辉银矿中除含有 Ag、S 外, 还含有 Cu、Fe、Zn 等元素, 而 Ag 和 S 与理论值基本相近, 但 Ag 偏低而 S 偏高, 含 Cu 0.05% ~ 1.31%, Fe 0.01% ~ 0.31%。经显微镜下观察, 辉银矿中常见有金属硫化物包裹体, 其成分的变化可能是由其中的包裹体或铜以类质同象取代银而引起的。

(2) 马硫铜银矿 在矿石光片中见到十几粒, 常穿插黄铁矿、闪锌矿和方铅矿, 由方铅矿边部向中心穿插

表 2 银矿物的电子探针分析结果
Table 2 Analysis result of electronic probe for Ag-bearing minerals

样品	Ag	S	Cu	Sb	Bi	As	Fe	Zn	总量
Cm ₂₃	87.15	12.64	0	0	0	0	0.01	0	99.8
R ₇₋₁₋₃	86.96	12.75	0	0	0	0	0	0.03	99.74
R ₇₋₁₋₄	86.25	13.25	0.05	0	0	0	0.31	0	99.86
R ₄₉	84.71	13.58	1.31	0	0	0	0.07	0	99.67
R ₁₁	85.52	13.49	0.51	0	0	0	0.04	0	99.56
R ₁₂	85.08	13.90	1.19	0	0	0	0.07	0	100.25
平均值	85.95	13.27							
理论值	87.09	12.94							100
马硫铜银矿	59.61	15.12	23.68				0.05		
硫锑铜银矿	71.70	15.97	1.91	8.97		1.8		0.02	100.41
	70.55	15.85	2.33	9.44		1.25		0.10	99.52

测试单位 湖南省地质测试中心电探室。含量单位 %。

交代。偶有方铅矿残留或呈方铅矿之假象。它是矿化晚期生成的, 与黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、金银矿物、石英等共生。其形态为不规则粒状、树枝状、网状等。粒度大小不均, 一般为 0.01 ~ 0.2 mm。

马硫铜银矿的化学式为 Ag₆Cu₄S₅, 理论值 Ag 为 60.96%、Cu 23.94%、S 15.10%。电子探针 (见表 2) 实测值 Ag 为 59.61%、Cu 23.68%、S 15.12%、Fe 0.05%, 与理论值一致。反射色为褐色, 双反射弱, 反射多色性为褐—浅褐色, 反射率约 35, 硬度低于方铅矿, 弱非均质性, 未见内反射。

马硫铜银矿是少见矿物, 为辽宁首次发现, 但因其含量少, 分布范围窄, 矿物颗粒小, 不易与方铅矿分离, 没有得到单矿物颗粒, 故工作程度低, 有待今后进一步工作。

(3) 硫锑铜银矿 在矿石中仅见几粒并常穿插闪锌矿、方铅矿和黄铜矿, 是金银矿化晚期阶段的产物。多呈不规则树枝状和粒状, 粒度为 0.01 ~ 0.03 mm。

硫锑铜银矿的化学式为 (AgCu)₁₆Sb₂S₁₁, 理论值 Ag 为 74.32%, Sb 10.49%, S 15.19%, Cu 可以部分代替 Ag。2 个样品电子探针分析结果 (表 2) 分别是: Ag 71.70%、Cu 1.91%、Sb 8.97%、S 15.97%、As 1.84%、Zn 0.02% 和 Ag 70.55%、Cu 2.33%、Sb 9.44%、S 15.85%、As 1.25%、Zn 0.1%。其实测值与理论值比较, 具有 Ag、Sb 偏低, S 偏高, 且含有 Cu、As、Zn 的特点。推测造成这种差异的原因是 As 以类质同象形式取代 Sb 以及含有 Zn、Cu 的硫化物显微包裹体。

上述 3 种银矿物的形态、化学组成和共生矿物组合特征, 不仅表明金银矿化的晚期阶段杂质成分增多, 净化能力减弱, 而且出现银与硫结合形成较多的银硫

化物以及 Ag、Cu、Sb、S 元素组成的银复硫盐,同时与自然银共生,反映出比较典型的低温热液金矿床矿物组合特征。

3 结语

对金银矿床金矿物标型特征的研究,不仅具有矿物学方面的理论意义,而且在金矿成因方面具有更重要的指示意义。

(1)矿床中金银矿物有自然金、银金矿、金银矿、自然银、辉银矿、马硫铜银矿、硫锑铜银矿等,以银金矿为主,显示了比较典型的中低温热液金矿床矿物组合特征。

(2)金银矿物主要以独立矿物形式存在于黄铁矿、方铅矿、石英等矿物中,赋存状态以晶隙金和裂隙金为主,次为包体金。

(3)金银矿物的电子探针分析结果表明,金矿物的成色低(664),含 Ag 较高(33.37%),Ag/Au 比值大于 0.58,且含有 Cu、Sb、Bi 标型元素,说明该金银矿床是

浅成低温条件下形成的。

(4)从矿床的成矿阶段、矿石结构、围岩蚀变、矿物特征、金的形态和粒度、金的成色和金中杂质元素含量以及中、低温形成的标志矿物闪锌矿、辉银矿、金银矿、自然银、马硫铜银矿等系列特征,反映该金银矿床成因类型是浅成中低温热液矿床。

致谢:参加野外和室内工作的还有谷振东、张振启同志,谨致谢意。

参考文献:

- [1]地质矿产部情报所,编译.找矿矿物学与矿物学填图[M].福州:福建科学技术出版社,1987.
- [2]栾世伟,等.金矿床地质及找矿方法[M].成都:四川科学技术出版社,1987.
- [3]甘源明,等.新疆托里蛇纹岩型金矿床中自然金的某些矿物学特征[J].矿物岩石,1987,7(3):20—23.
- [4]徐万臣.辽宁红石砬子金银矿床中黄铁矿的标型特征[J].地质实验室,1989,5(1):50—55.

THE TYPOMORPHIC CHARACTERISTICS OF GOLD-SILVER MINERALS IN HONGSHILAZI GOLD-SILVER DEPOSIT, LIAONING PROVINCE: Significance to Metallogenesis

XU Wan-chen

(Liaoning Institute of Geology and Mineral Resources, Shenyang 110032, China)

Abstract: The Hongshilazi gold-silver orefield in Liaoning Province is tectonically located on the east margin of the Yixian Mesozoic fault basin, Western Liaoning syncline. The typomorphic characteristics of Au-Ag minerals in the deposit are studied on the morphology of Au-Ag mineral, fineness of Au minerals and microelements, which are significant for the genesis discussion of the deposit. The result shows that the Au mineral is dominated by electrum, occurring between crystals, in cracks and inclusions. The fineness of gold ranges from 334 to 813, in average of 664. The microelements of Bi, Cu and Sb are relatively high in the content. The typomorphic characteristics suggest the origin of epi-mesothermic Au-Ag deposit.

Key words: Au-Ag deposit; Au-Ag mineral; typomorphic characteristics; Hongshilazi; Liaoning Province

作者简介:徐万臣(1962—),男,高级工程师,1988年毕业于长春地质学院地质矿产勘查专业,从事矿物学及宝玉石检验工作,通讯地址 沈阳市北陵大街 29 号,邮政编码 110032.