

文章编号:1000-4734(2002)01-0075-06

大兴安岭地区银矿床中银矿物的矿物学初步研究

吕志成^{1,2} 张培萍² 段国正² 郝立波² 李殿超²

(1. 中国科学院 地球化学研究所 矿床地球化学开放研究实验室, 贵州 贵阳 550002;

2. 吉林大学 地球探测与信息技术学院, 吉林 长春 130026)

摘要:大兴安岭地区是我国北方重要的银成矿区,在所发现的十多个银矿床中,银主要呈独立银矿物形式产出。大兴安岭地区银矿床中已发现近40种独立银矿物和几种尚未定名的银矿物,这些银矿物在大兴安岭地区不同成因类型、不同物质组分、不同温压条件的银矿床中均表现为低温后期成矿的特点,温度是控制银矿物沉淀的主要机制。

关键词:银矿物;矿物学;大兴安岭地区

中图分类号:P588.1;P594 **文献标识码:**A

作者简介:吕志成,男,1966年生,工学博士,博士后,主要从事岩石、矿床地球化学等方面的研究。

大兴安岭地区是我国重要的银成矿区,已发现的大、中型银矿床达十余处,且所有的有色金属矿床中都含银。其中大井子铜银锡矿床、孟恩陶勒盖银铅锌矿床、甲乌拉银多金属矿床、查干布勒根银矿床和额仁陶勒盖银矿床均属大型和特大型,在国内享有盛名。

银矿床主要分布在大兴安岭中南段黄岗梁—乌兰浩特成矿带和大兴安岭北段得尔布干成矿带^[1]。本次研究的银矿物主要产于大兴安岭中南段黄岗梁—乌兰浩特成矿带的孟恩陶勒盖银铅锌矿床、敖恼达坝银锡多金属矿床、白音诺含银多金属矿床、浩布高、大井子银锡多金属矿床、莲花山铜银矿床和产于大兴安岭北段得尔布干成矿带的额仁陶勒盖银矿床等。根据反光镜下特征、人工重砂、反射率、显微硬度测定、电子探针成分分析和电镜扫描等方式,共发现近四十种银矿物和几种尚未定名的银矿物。

1 银矿物种类及化学成分

目前,在世界上发现的银矿物种类已达140多种,而大兴安岭地区银矿床中鉴定出的银矿物近40种,约占银矿物总数的三分之一,这些银矿

物主要为自然金属及其互化物、硫化物、复杂硫盐类、卤化物、碲化物、铋化物及硒化物。部分银矿物的电子探针分析结果以及依据每种银矿物的多个电子探针分析结果平均值计算得出的平均化学式列于表1、表2。

2 银矿物的产状

(1)自然银:分布广泛,在各类银矿床中均有出现,多呈丝状分布在方铅矿或其他矿物的晶洞中,也有呈细脉状分布于石英中,表面因氧化而呈灰色或粉灰色。共生矿物有浓红银矿、硫银锡矿、银黝铜矿等。自然银呈丝状以孟恩套勒盖方铅矿中分布最为特征,银丝最宽达1mm,长达5cm。

(2)浓红银矿:在银铅锌矿床中,呈半自形板状、粗大圆粒状、不规则粒状及条带状分布于方铅矿中,或沿矿物解理裂隙及粒间分布。在铜银矿床中多呈不规则状与闪锌矿呈固熔体分解结构共同产于黄铜矿中。在银锡矿床中多呈不规则状或树枝状与辉铋铅银矿共生于方铅矿之中。在锰银型矿床中,多呈不规则状与辉铋银矿、银黝铜矿等共生于方铅矿中。

(3)银黝铜矿:分布较广。在银铅锌矿床中,呈不规则粒状分布于方铅矿和闪锌矿中,与硫银锡矿、浓红银矿、硫铋铅银矿、硫铋铜银矿、螺硫银矿等共生。在银铜锡和银铜矿床中以粒状与闪锌矿、辉铋矿等伴生产于黄铜矿中,或产于黄铜矿与

收稿日期:2001-08-21

基金项目:教育部博士点基金项目(97018701);国家攀登计划预选项目(95预39);中国科学院97年百人计划项目

续表 1

矿物名称	Au	Ag	Cu	Fe	Zn	As	Sb	Bi	Se	S	Cl	Br	I	Mn	Pb	Te	总量	矿区
浓红银矿	61.53	0.13			0.09	0.79	23.67			14.61							100.82	大井子
	58.53					0.12	23.13			17.60							99.95	
	58.55					0.67	22.85			17.49							99.99	白音诺
	59.07						24.38			12.74							100.00	
	64.56						21.32			14.12							100.00	额仁陶勒盖
	62.41	0.02	0.04			0.97	19.78			15.83							99.05	
	66.02	0.09	0.03	0.12			19.95			14.12							100.33	
	58.77			0.83	0.62	21.93				17.80							99.95	
	58.94			0.32	0.80	21.65				18.26							99.97	
	55.10						24.60			20.30								
脆银矿	70.43					0.36	14.69			14.99							100.47	甲乌拉
	71.06	2.00				5.58	5.61			16.51							100.76	孟恩陶勒盖
辉铋银矿	37.73						40.90			20.36							98.99	大井子教脑达坝
	36.85		0.01			0.12	40.71			22.23							99.92	额仁陶勒盖
	36.22		0.11	0.15		0.18	41.46			21.80							99.92	
硫铋铜矿	57.43	13.43	0.79			0.79	11.27			16.12							99.89	莲花山
	57.84	13.66	0.83			0.80	10.96			16.91							101.00	
	58.53	12.22	0.64			1.21	10.13			16.23							98.99	
	59.96	12.51	0.33			2.21	8.02			16.64							99.63	孟恩陶勒盖
	72.02	0.59				0.53	9.97			16.65							99.76	
	78.89	0.35				0.28	7.38			13.44							100.34	
	70.57	2.02				0.82	9.11			10.35							98.76	
	44.89	21.75	2.28				12.13			16.63							98.28	
	70.03	3.52	0.27	0.53		0.63	10.04			14.98							100.00	
	59.55	9.81	2.27			0.59	9.72			16.90							98.84	
	68.65	4.04				3.12	6.88			16.11							99.60	
	68.52	6.00		0.28		1.75	6.98			15.52							99.05	
	71.38	2.51	0.10	0.13		2.28	8.58			15.08							100.06	
	66.97	7.17	0.07			1.09	7.48			11.17							98.22	
	硫铋铜银矿	65.06	10.36	0.15			6.12	0.73			17.59					4.27		
64.37		10.95	0.17			6.19	0.65			17.68							100.01	
仲硫铋铜银矿	72.28	3.96		0.72	3.18	4.12			15.77								100.02	额仁陶勒盖
辉铋银矿	0.10	70.00	15.16	0.05	0.11	0.05	0.08		0.04	13.89							99.47	额仁陶勒盖
	0.08	69.51	16.40	0.05	0.14	0.07	0.09		0.03	14.29							100.66	
银黝铜矿	71.09	13.30	0.32							14.32							99.03	孟恩陶勒盖
	0.09	71.42	12.90	0.54	0.10	0.03	0.07		0.03	13.94							99.12	
	34.85	14.55	4.43	1.88	1.42	26.73				20.50							104.57	
	33.77	14.60	4.38	1.30	1.06	28.32				19.69							102.92	
	33.50	14.65	4.47	1.70	0.56	26.84				20.69							102.36	
	44.68	4.69	1.04	1.00	0.36	28.37				17.70							99.09	
含银黝铜矿	33.51	14.64	1.02				25.34			22.30							99.91	莲花山
	13.33	29.56	4.63	1.92	1.55	25.98	0.83			21.78							99.58	
	17.57	24.89	4.46	1.13	1.17	27.93	0.81			21.74							100.12	
	24.83	22.22	4.48	0.43	1.90	25.79	0.36			20.28							100.28	
	23.85	22.73	4.51	0.76	1.12	28.82	0.26			21.64							101.48	
	28.50	24.00	5.70				24.00			17.00							99.21	
	13.00	27.12	4.63	3.07	2.50	26.14				20.95							97.41	
	13.60	26.62	4.87	3.07	1.33	25.12	0.14			22.09							96.84	
	15.32	27.88	1.51	5.19	1.61	28.21	0.17			21.58							101.47	
	16.50	26.01	3.84	2.13	1.48	27.88	0.07			20.99							98.90	
	15.94	26.26	3.09	3.02	1.66	27.12	0.07			20.86							98.02	
	15.57	27.32	4.16	3.26	2.36	25.25	0.14			20.74							98.80	
	17.36	24.45	4.52	3.07	1.24	28.41	0.25			19.95							99.25	
	19.88	24.49	4.51	3.19	1.03	28.08	0.03			20.73							100.15	
	24.15	21.90	4.70	1.97	0.86	25.64	0.10			19.28							98.82	
	25.19	22.38	4.59	1.96	1.05	24.95	0.12			19.57							99.81	
	25.21	22.50	4.46	2.06	1.01	25.02	0.15			18.88							99.47	
	23.84	22.64	4.13	2.43	1.95	26.10	0.20			19.99							101.03	
	28.07	19.00	5.46	0.60	1.20	25.57	0.03			18.69							98.62	
	22.95	2.16	6.53	1.63	1.29	24.25	0.07			20.48							99.60	
	25.99	21.49	4.60	1.74	1.79	25.60	0.16			18.75							100.12	
	22.27	23.83	3.63	2.15	2.19	26.96	0.10			19.60							100.73	
辉铋铅银矿	25.53						27.57			17.80					31.72		102.62	孟恩陶勒盖
	24.33					0.61	27.09			18.34					27.41		97.78	
	26.12					0.49	26.88			18.38					30.61		102.48	
	24.05					0.05	27.09			18.68					29.80		99.67	
	24.04	6.66	3.38	0.78			17.86			14.34					31.90		98.96	

续表 1

矿物名称	Au	Ag	Cu	Fe	Zn	As	Sb	Bi	Se	S	Cl	Br	I	Mn	Pb	Te	总量	矿区
辉铋银铅矿(?)		7.60						43.90		16.50					30.10		98.10	甲乌拉
辉铋银铅矿(?)		10.02	0.33	0.32		0.24	0.56	1.21		15.28					22.63		100.68	莲花山
块硫铋银铅矿(?)		19.10	0.34	0.09		0.30	0.97	44.57		16.33					22.5		101.23	
辉铋银铅矿(?)		7.83	0.87	0.50		0.23	2.70	46.12		16.11					27.28		101.64	
块硫铋银铅矿(?)		8.78	0.34	0.30		0.29	2.83	48.87		15.08					22.94		99.23	
块硫铋银铅矿(?)		9.15	0.43	0.36		0.21	2.58	45.58		16.03					26.18		100.52	
埃硫铋银铅矿(?)		9.03	1.75	0.28		0.34	2.16	46.66		16.17					21.89		98.28	
辉铋银铅矿(?)		8.57	1.56	0.28		0.37	2.24	40.44		15.23					31.03		99.72	
维硫铋银铅矿(?)		9.31	0.29	0.26		0.11	2.46	47.47		15.43					24.96		100.22	
硫铋银矿(?)		4.61	0.06	0.09			0.09	46.54		14.85					33.36		99.60	白音诺
辉铋银铅矿(?)		10.35	1.79	1.07	0.23	0.26	1.30	41.35		14.48					27.83		98.66	大井子
辉铋银铅矿(?)		9.84	1.89	2.19	0.15	0.15	1.62	39.23		13.29					31.39		99.75	
辉铋银铅矿(?)		10.34	2.40	1.38	0.14	0.15	0.02	47.49		14.89					22.71		99.94	
辉铋银铅矿(?)		8.38	2.10	1.30	0.18	0.18	1.64	51.01		14.96					19.87		99.62	
辉铋银铅矿(?)		10.80	2.52	1.55	0.13	0.23	1.64	48.97		14.17					19.72		99.73	
辉铋银铅矿(?)		9.78	0.75	0.49	0.13	0.14	0.57	39.89		13.83					34.92		99.50	
辉铋银铅矿(?)		8.82	0.61	0.29	0.12	0.24	4.02	40.90		14.57					30.47		100.04	
块硫铋银铅矿(?)		7.14	0.14	2.22	0.04	0.20	1.77	38.60		13.77					36.18		100.06	
块硫铋银铅矿(?)		9.00	0.15	0.13	0.02	0.19	3.39	38.91		14.08					32.21		98.08	
铋银矿(?)		63.10	6.90					23.60								3.30	96.90	莲花山
碲银矿(?)		62.77														37.03	99.80	莲花山
银铋金矿(?)	49.94	14.00			5.90			30.16									100.50	孟恩陶勒盖
硫银锡矿(?)	99.70		72.66	0.16	0.02	0.03	0.02			9.80	17.01							额仁陶勒盖
黄锡矿(?)		0.59	28.59	11.87		0.21		0.10	28.89	29.14					0.55		100.16	

注:中国地质大学(北京)、北京理化测试中心及长春科技大学分析测试中心分析;甲乌拉、查干布勒根资料据文献[2]。

表 2 银矿物的化学式计算结果

Table 2. The chemical formulae of silver minerals

矿物名称	化学式	矿物名称	化学式
自然银	Ag ₁₀₀	硫砷铜银矿	(Ag _{12.00} Cu _{3.15}) _{15.15} (As _{1.64} Sb _{0.11}) _{1.75} S _{11.00}
银自然金	Cu _{0.01} Au _{0.29} Ag _{99.70}	砷硫铋铜银矿	(Ag _{4.68} Cu _{1.39}) _{16.37} (As _{0.98} Sb _{0.79}) _{1.77} S _{11.00}
银金矿	Au _{0.73} Ag _{99.27}	辉铜银矿	Ag _{0.97} Cu _{1.00} S _{2.00}
角银矿	Ag _{20.95} Cl _{1.00}	银黝铜矿	(Ag _{8.81} Cu _{4.04} Fe _{1.14} Zn _{0.37}) _{12.36} (As _{0.18} Sb _{0.30}) _{4.48} S _{13.00}
溴银矿	Ag ₁₀ Br _{1.00}	含银黝铜矿	(Ag _{0.64} Cu _{0.71} Fe _{0.39} Zn _{0.68}) _{12.64} (As _{0.36} Sb _{0.01}) _{4.39} S _{13.00}
碘银矿	Ag ₁₀ I _{1.00}	辉铋银矿	Pb _{2.14} Ag ₃₇ Sb _{3.04} S _{8.00}
螺硫银矿	Ag ₉₈ S _{1.00}	铋银矿	Ag _{0.18} Sb _{1.00}
硒银矿	Ag ₉₇ Se _{1.00}	碲银矿	Ag ₉₉ Te _{1.00}
辉硒银矿	(Ag ₃₆ Cu _{0.48}) _{3.86} Se _{1.07} S _{1.00}	银铋金矿	(Au _{1.76} Ag ₉₀ Zn _{0.63}) _{3.29} Bi _{1.00}
淡红银矿	Ag ₂₃ As _{1.20} S _{1.00}	硫银锡矿	(Ag ₆₂ Cu _{0.01}) _{7.63} Sn _{0.93} S _{6.00}
浓红银矿	Ag ₂₈ Sb _{1.05} S _{1.00}	块硫铋银矿	Ag _{0.01} (Cu _{0.19} Fe _{0.12} Pb _{0.83}) _{2.15} Bi _{0.07} S _{1.00}
脆银矿	Ag ₁₂ (As _{0.59} Sb _{0.36}) _{0.94} S _{1.00}	维硫铋银矿	(Ag ₈₉ Cu _{0.41}) _{1.77} Bi _{0.09} S _{10.00}
辉铋银矿	Ag ₁₀₂ Sb _{1.01} S _{2.00}	埃硫铋银矿	Ag ₅₀ Pb _{2.84} Bi _{3.66} S _{9.00}
硫铋铜银矿	(Ag _{13.91} Cu _{2.86}) _{16.77} (Sb _{1.75} As _{0.38}) _{2.14} S _{11.00}		

脉石矿物的粒间,有的呈浸染状或细脉、网脉状穿切晚期方铅矿或闪锌矿。在锰银型矿床中,多呈不规则状分布于方铅矿中或矿物粒间。

(4)螺硫银矿:在银铅锌矿床中易与黝铜矿、黄铜矿等伴生,或沿闪锌矿裂隙,或沿闪锌矿裂隙充填,并交代硫银锡矿,与浓红银矿、银黝铜矿等共生。在铜银锡矿床中,多与硫铋铜银矿等共生嵌布在方铅矿中,或呈网脉状分布于石英中。在锰银型矿床中,多呈不规则分布于闪锌矿和石英中。

(5)银卤化物:包括角银矿、溴银矿和碘银矿。

它们互为共生出现在锰银型矿床的表生风化带中,呈圆粒状、不规则状或鳞片状,系表生作用的产物。

(6)硒银矿和辉硒银矿:主要出现在额仁陶勒盖锰银型矿床中,呈不规则粒状分布于地表硬锰矿中,系表生风化作用的产物。

(7)砷硫铋铜银矿:出现于额仁陶勒盖锰银型矿床的石英中,呈不规则粒状与黄铜矿紧密共生。

(8)硫砷铜银矿:见于额仁陶勒盖锰银型矿床中,与硫铋铜银矿共生包含在方铅矿中。

(9)辉铜银矿:出现于额仁陶勒盖锰银型矿床

中,呈不规则粒状包含在方铅矿及闪锌矿中,与浓红银矿、辉银矿等紧密共生。

(10)脆银矿:主要出现于孟恩陶勒盖银铅锌矿床中,呈半自形粒状沿方铅矿解理、裂隙分布,与浓红银矿、硫锑铜银矿、硫银锡矿等共生,也见有沿方铅矿和闪锌矿的粒间分布。

(11)硫锑铜银矿:分布在各类银多金属矿床中。在银铅锌矿床中,与螺状硫银矿紧密共生包裹在方铅矿中,或呈不规则状与硫铜银矿、银黝铜矿、浓红银矿等共生。在银铜多金属矿床中,主要分布于硫化物矿物的裂隙或粒间。在锰银型矿床中,呈不规则状包含于方铅矿中或呈细脉浸染状分布于石英和闪锌矿中,与硫铜银矿共生。

(12)硫锑铅银矿:出现在白音诺银铅锌多金属矿床中,呈不规则粒状充填于毒砂、黄铁矿、黄铜矿及闪锌矿中,或单独充填在脉石矿物中,与自然银、含银黄铁矿等伴生。

(13)淡红银矿:见于额仁陶勒盖银矿床中,主要呈不规则粒状包含在方铅矿中或交代黄铁矿分布于石英中,与浓红银矿、银黝铜矿等共生。

(14)硫银锡矿:主要见于孟恩陶勒盖银铅锌矿床中,含量多,颗粒大。成不规则粒状包裹在方铅矿或闪锌矿中,或沿方铅矿或闪锌矿的解理缝分布,亦可见于分布于方铅矿和闪锌矿的粒间。常与螺状硫银矿、银黝铜矿等共生。

3 银矿物的分布规律及成因意义

3.1 分布特征及意义

综合野外观测及镜下鉴定结果发现,特定成分的银矿物分布在特定条件下形成的矿床中。如孟恩陶勒盖矿床、额仁陶勒盖矿床、敖恼大坝矿床、浩布高矿床及大井子矿床中主要出现银硫化物及银锑复硫酸盐等矿物组合,特别是孟恩陶勒盖、额仁陶勒盖银矿床中,出现了螺状硫银矿^[3]和火红银矿等低温变体。在莲花山矿床、大井子矿床及白音诺矿床中,主要出现银和铅的铋复硫酸盐组合。根据实验研究,银的铋硫酸盐类矿物形成温度较高,而银的锑硫酸盐类矿物形成温度较低,莲花山矿床、大井子矿床及白音诺矿床成矿温度高,属于高中温矿床;敖恼大坝矿床、浩布高矿床及大井子矿床属于中低温矿床;孟恩陶勒盖、额仁陶勒盖矿床为低温矿床。

3.2 银矿物组合的垂向分带特点

在大兴安岭地区银矿床中,几乎所有的银矿床中银矿物均表现出垂向分带的规律性。例如,在大井子矿床中,自下而上表现为银的铋硫酸盐类矿物-银的锑硫酸盐类矿物-自然银;在孟恩陶勒盖矿床中,从矿区西部到东部,由深部至浅部,依次出现银的硫化物-银的锑硫酸盐类矿物-自然银;在额仁陶勒盖银矿床,由深部至浅部依次出现银的硫化物-银的硫酸盐类矿物-自然银-银的卤化物。银矿物的这种垂向分带特点,基本反映了从矿体深部至浅部成矿温度降低、氧逸度增高的总趋势。

3.3 银矿物成因

在大兴安岭地区银矿床中,银矿物的形成主要表现为低温沉淀的特点,这一特点在典型矿床研究中可得到明显的反映。如大井子银锡多金属矿床的内生成矿期由早到晚可分为以下四个成矿阶段,分别为石英-锡石成矿阶段、毒砂-黄铜矿阶段、闪锌矿-方铅矿阶段及硫酸盐类成矿阶段,该矿床中几乎所有的银的硫酸盐类矿物在此阶段形成,是银的主要成矿阶段;在敖恼大坝斑岩型银锡多金属矿床中,内生成矿作用的气成热液期由早到晚可分为三个成矿阶段,分别为锡石-石英-毒砂成矿阶段;锡石-黄铜矿硫化物成矿阶段及含锡的银硫化物成矿阶段,而银矿物主要出现在含锡的银硫化物成矿阶段;在额仁陶勒盖银矿床和孟恩陶勒盖银铅锌矿床中,银矿化的这种低温晚阶段形成的特点表现的更加明显,在此不一一列举。

银矿物在大兴安岭地区不同成因类型、不同物质组分、不同温压条件的银矿床中的这种低温后期沉淀的特点表明温度是控制银矿物沉淀的主要机制,与银迁移时在热液中所形成的络合物的种类及热液中所含的其它化学成分的关系似乎不大。热液中的化学成分只决定沉淀出的银矿物的种类,不改变银矿物后期低温沉淀的规律,进一步说明了在热液成矿作用中,相对于其它金属元素(Cu、Pb、Zn、Au、Sn等)而言,银是最为稳定的元素,它所形成的络合物只有在低温条件下才能离解^[3],因而,温度是控制大兴安岭地区银矿床中银矿物沉淀乃至银矿床形成的主要机制。

参 考 文 献

- [1] 李鹤年,段国正,郝立波,等. 中国大兴安岭银矿床[M]. 长春:吉林科学技术出版社,1997.43~47.
- [2] 潘龙驹,等. 满洲里-新右旗铜银多金属矿带大型矿床地质特征[M]. 北京:中国有色地质资料馆出版,1996.70~115.
- [3] 战新志,张乾,董振生,等. 几个独立银矿床矿物学研究[J]. 矿物学报,1999,19(4):465-469.

A PRELIMINARY MINERALOGICAL STUDY ON SOME SILVER MINERALS IN SILVER DEPOSITS IN THE DAHINGGAN LING MOUNTAINS

Lu Zhicheng^{1,2} Zhang Peiping² Duan Guozheng² Hao Libo² Li Dianchao²

(1. *Open Laboratory of Ore Deposit Geochemistry, Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guiyang 550002;*

2. *Jilin University, Changchun 130026*)

Abstract: More than 10 silver deposits were found in the Dahinggan Ling Mountains, where there is an important silver mineralization belt in the north of China. Silver occurs mainly as independent silver minerals, and less than 40 silver minerals have been discovered and they make up 15 chemical composition series. The minerals bearing silver minerals, silver minerals occurring in the deposits, which are different in ore-forming time, chemical composition and genesis, were formed under low temperature conditions in the Dahinggan Ling Mountains. Furthermore, the temperature is the most important factor that controls the deposition of silver minerals.

Key words: silver mineral; mineralogy; Dahinggan Ling Mountains