

金汞砷锑矿床中的铊^①

张 忠 龙江平

(中国科学院地球化学研究所)

提 要 本文从铊的单矿物,矿物中的铊,岩矿石中的铊和铊元素组合四个方面进行讨论。根据铊存在形式及其与有关元素密切程度不同,将金、汞、砷、锑矿床中元素分为三组即相关元素,共生元素和伴生元素。在此基础上提出找矿前提。

关键词 铊地球化学 金汞砷锑矿床 低温矿床组合 铊找矿标志

铊是稀有元素,又称分散元素,发现于 1861 年^[1]。铊的独立矿物发现比较晚,铊的独立矿床迄今未见报导。铊在有色金属矿床和贵金属矿床,特别是金、汞、锑、砷等低温矿床中是常见的伴生组分^[2,3]。铊在这些矿床中可出现独立铊矿物^[4,5,6],亦可出现富铊矿体。云南南华雄黄矿中发现多种铊的独立矿物,贵州滥木厂汞矿中即发现铊的独立矿物^[7,8],又发现富铊矿体^[9],就是铊富集的典型实例。本文从铊独立矿物、矿物中的铊、岩矿石中铊和铊元素组合四个方面进行讨论。最后根据铊赋存形式及其与有关元素密切程度不同,将金、汞、锑、砷矿床中元素分为三组即铊的相关元素、铊的共生元素和铊的伴生元素组,试图对找矿和地球化学,特别是低温地球化学研究有所裨益。

1 铊独立矿物

迄今为止,自然界已发现铊的独立矿物 40 多种。表 1 列的铊矿物未包括作者近年发现的几种未定名铊矿物。铊的独立矿物主要为硫盐类矿物,次为硫(硒)化物,少量的硫酸盐、氧化物、氢氧化物、金属互化物和卤素化物等。铊矿物虽由几十种元素组成,但参与矿物组成计算的主要元素只不过近 20 种。铊呈独立矿物是铊主要赋存形式之一。组成铊矿物的各种元素是与铊关系极为密切的元素。这些铊矿物及其组成元素是本文讨论铊的相关元素、共生元素和伴生元素的前提。

我国关于铊元素的研究,早在 50 年代就开始对一些矿床中稀有分散元素进行查定,但对铊的矿物和地球化学研究近年来才有新进展,获得可喜结果。我国已发现 5 种铊的独立矿物即红铊矿(Lorandite)、斜硫砷汞铊矿(Christite)、褐铊矿(Avicennite)、硫砷铊铅矿(Hutchinsonite)和辉铁铊矿(Picotpaulite)。后两种矿物是作者近年在我国首次发现的^[10],化学成份列入表 2。

① 贵州省科学技术基金资助项目

表 1 铊矿物一览表(截止 1992 年底)

Table 1 Momo—mineral of thallium

中文名称	英文名称	矿物化学式
辉铊矿	Carlinite	Tl ₂ S
硫铊铜矿	Chalcothallite	Cu ₃ TlS ₂
辉铁铊矿	Picotpaulite	TlFe ₂ S ₃
硫铁铊矿	Raguinite	TlFeS ₂
硫铊铁铜矿	Thalciusite	Tl(Cu, Fe) ₂ S ₂
硒铊铁铜矿	Burovite	Tl(Cu, Fe) ₂ Se
硒铊银铜矿	Crooesite	(Cu, Tl, Ag) ₂ Se
硒铊铜矿	Sabatierite	Cu ₆ TlSe ₄
硫砷铊铅矿	Chabourneite	(Tl, Pb) ₅ (Sb, As) ₂₁ S ₃₄
斜硫砷铊矿	Christite	TlHgAsS ₃
硫砷铊矿	Ellisite	Tl ₃ AsS ₃
硫砷铊汞矿	Galkhaite	(Hg, Cu, Zn) ¹² TlAs ₈ S ₂₄
细硫砷铊银铅矿	Hatchite	(Pb, Tl) ₂ AgAs ₂ S ₅
硫砷铊铅矿	Hutchinsonite	PbTlAs ₅ S ₉
硫砷铜铊矿	Imhofite	Tl ₆ CuAs ₁₆ S ₄₀
红铊矿	Lorandite	TlAsS ₂
斜硫铊铊矿	Parapierrotite	Tl(Sb, As) ₅ S ₈
硫铊铊矿	Pierrotite	Tl ₂ (Sb, As) ₁₀ S ₁₇
拉硫铊铊铅矿	Rathite	(Pb, Tl) ₃ As ₅ S ₁₀
硫铊铊银铅矿	Rayite	Pb ₈ (Ag, Tl) ₂ Sb ₈ S ₂₁
硫铊铊铊矿	Rebultite	Tl ₅ As ₈ Sb ₅ S ₂₂
硫铊铜铊矿	Rohaite	TlCu ₅ SbS ₂
硫砷汞铊矿	Routhierite	TlHgAsS ₃
西硫砷汞铊矿	Simonite	TlHgAs ₃ Sb
硫砷铊汞铊矿	Vrbaitite	Tl ₄ Hg ₃ Sb ₂ As ₄ S ₂₀
铜红铊铅矿	Wallisite	PbTl(Cu, Ag)As ₂ S ₅
维硫铊铊矿	Weissbergite	TlSbS ₂
硫铊铊铜矿	Chalcostibite	Cu ₆ Tl ₂ SbS ₄
硫铊铊铁铜矿	Chalcothallite	(Cu, Fe) ₆ Tl ₂ SbS ₄
斜硫砷铜铊矿	Stalderite	TlCu(Zn, Fe, Hg) ₂ As ₂ S ₆
硫砷锡铊矿	Erniggilite	Tl ₂ SnAs ₂ S ₆
斜硫砷铊矿		Tl ₃ AsS ₄
硫砷铅铊矿	Edenharterite	TlPbAs ₃ S ₆
硫铊金银铊矿	Criddleite	TlAg ₂ Au ₃ Sb ₁₀ S ₁₀
硫酸铊矿		Tl ₂ SO ₄
硫代硫酸铊矿		Tl ₂ S ₂ O ₃
褐铊矿	Avicennite	Tl ₂ O ₃
水钾铊矾	Monsmedite	H ₈ K ₂ Tl ₂ (SO ₄) ₈ · 11H ₂ O
硫镍铁铊矿	Thalfenisite	Tl ₆ (Fe, Ni, Cu) ₂₅ S ₂₆ Cl
铊铊铜矿	Cuptostibite	Cu ₂ (Tl, Sb)

表 2 铊矿物电子探针分析(%)
Table 2 Electronic probe analysis of thallium mineral

名称	辉铁铊矿 (Picotpaulite)			硫砷铊铅矿 (Hutchinsonite)		
	1	2	3	1	2	3
Tl	47.69	48.98	49.77	19.74	18.69	22.17
Fe	27.22	26.76	27.08	0.06	0.07	0.16
Pb	2.30	2.34	1.59	18.52	17.75	18.53
Sb	0.054	0.05	0.088	0.028	0.096	0.029
Hg	0.043	0.05	0.04	—	—	—
Cu	0.17	0.26	0.16	—	—	—
Ag	0.25	0.09	0.11	0.01	0.054	0.051
As	0.54	0.47	0.56	34.85	34.18	32.50
S	23.15	23.14	23.16	26.41	24.82	27.36
合计	101.47	102.14	102.56	99.62	95.66	100.80
化学式	TlFe ₂ S ₃			PbTlAs ₅ S ₉		
备注	矿物粒度 7μm 至 50μm。产在雄黄矿床中。共生矿物有白云石(铁白云石)、石英、重晶石、雄黄、雌黄、砷华、针铁矿、粘土矿物等。					

分析者:李德忍

2 矿物中的铊

在砷汞锑金矿床的主要矿物中普遍含铊及其共生元素即铊、镉、铟、银、金、硒、碲、镓和锗等。前七个元素含量均高于地壳丰度值,后两个元素含量低于其元素地壳丰度值。表 3 列出辉锑矿、辰砂、雄黄、雌黄、黄铁矿、石英和白云石等主要矿物中铊和有关共生元素含量。化学分析表明,单矿物中铊平均含量在 0. 几~几个 ppm 的样品占绝大部分;10 个 ppm~几十个 ppm 的样品占少数;个别样品可达上千 ppm^[3]。个别富铊样品,是由于出现铊的独立矿物所致。如南华砷矿床和滥木厂汞矿发现多种铊矿物就是很好佐证。除铊外,硒、镉等在矿床矿物中变化亦大,有与铊类似现象,如硒汞矿(Tiemannite)出现就是很好的例证。石英和白云石单矿物中铊变化在地壳丰度值附近,南华砷矿石英和白云石铊平均含量分别为 0.63 和 0.32ppm。表 3 中元素含量与地壳丰度值比较,除 Ga 和 Ge 外,其余平均含量均大于地壳丰度值。

表3 主要矿物中铊及共生元素

Table 3 Thallium of main mineral and paragenitic element

矿种	矿床	矿物	元素含量(ppm)								
			Tl	In	Ga	Ge	Se	Te	Cd	Au	Ag
锑 矿 床 (体)	晴隆	辉锑矿	1				51.8			0.0102	
		黄铁矿	4.5								
	半坡	辉锑矿	1.9								
	锡矿山	辉锑矿	0.7	0.16	1.1	<1	9	<0.01	1.1		
		公馆	辉锑矿	1.1	0.25	1.0	1.7	8.3	<0.01	1.9	
	箭猪坡	辉锑矿	7.1	0.61	1.8	<1	0.7	<0.01	10.2		
		黄铁矿	1.9	8.08	1.7	<1	19.25	<0.01	41.05		
		脆硫锑铝矿	0.6	305	1.7	<1	0.33	0.23	116.5		
		辉锑铁矿	16.0	0.29	1.6	<1	0.29	<0.01	4.65		
	马雄	辉锑矿	0.7	0.26	1.3	<1	55	2.1	2.8		
	苗龙	辉锑矿	1.7	0.33	1.3	<1	630	<0.01	2.9		
	丫他	辉锑矿	1.4	0.46	0.9	<1	12	0.12	11.0		
黄铁矿		2.3									
汞 矿 床 (体)	丹寨	辰砂	0.6	0.4	1.2	<1	1500	<0.01	3.2	0.0475	25.7
		辰砂	152.3	0.3	1.4	13.43	1.54	<0.01	1.98	0.1142	14.2
	益兰	黄铁矿	24.7								
		辰砂	2.0	0.7	1.3	<1	12250	77	6.56	0.0349	20.5
	青铜沟	辰砂	1.5	0.24	0.9	1	39	1.0	3.0		
		黄铁矿	2.7								
	公馆	辰砂	1.8	0.39	0.9	<1	15	7.8	6.5		
	万山	辰砂	2.1	1.9	0.9	<1	0.11	0.14	5.5		
大铜喇叭	辰砂	0.8	0.4	1.3	<1	1100	<0.01	15			
砷 矿 床 (体)	宁旺	雌黄	4.0	0.57	3.6	<1	<0.01	<0.01	2.1		
		雌黄	27.4	0.30	1.3	<1	<0.01	<0.01	1.1		
	磺厂	雌黄	1.9	0.30	2.1	<1	<0.01	<0.01	1.87	0.031	
		雄黄	2.6								
	雄黄沟	雌黄	0.8	0.26	1.0	<1	<0.01	0.33	1.57		
		雄黄	0.5	0.26	0.5	<1	<0.01	<0.01	1.40		
	界牌峪	雌黄	1.4	0.99	2.7	<1	<0.01	1.95	2.3		
		雄黄	1.6	0.61	0.3	<1	<0.01	0.3	1.0	0.154	
	水落	雌黄	0.3	1.20	0.4	<1	<0.01	<0.01	0.62		
		雄黄	0.3	0.44	0.6	<1	<0.01	<0.01	3.00		
	南华	雄黄	20.7								
		石英	0.63								
白云石		0.32									
丫他	雄黄	2.5	0.22	0.9	<1	<0.01	1.02	4.63			
丹寨	雄黄	1.2	0.26	1.2	<1	<0.01	<0.01	1.9			
地壳丰度(泰勒,1984)			0.43	0.1	15	1.5	0.05	0.001	0.2	0.004	0.07

分析单位:中国科学院地球化学研究所中心分析室

3 岩矿石中铊

金汞铋砷矿床中岩矿石在某种程度上说是该矿带产出的各种矿床的共有岩矿石的统称。由于矿带上不同种矿床发现先后和工作程度不同,先后称汞(铋)矿带和金(铊)矿带。实质上这一矿带蕴藏多种矿产,包括非金属矿产萤石、水晶、冰洲石等在内,它们可共生在同一矿田、矿床和矿体中。在相近成矿条件下,岩石和矿石就存在互补性和共有性。以金矿为例,近十多年来,这一地区发现的卡林型金矿,多数是在汞、砷、铋矿床(点)基础上发现的。从矿床和矿体中 有用组分总是你中有我,我中有你亦能说明岩矿石互补性和共有性特点。正因为如此,本节讨论的岩矿石在一定程度上反映出本区含矿建造的某些特点。表 4 和表 5 分别列出主要岩石类型化学成份和矿石中部分微量元素。

表 4 各类岩石化学成份及铊含量(%)

Table 4 Petrochemical compositions and thallium contents(%)

化学成份	灰岩 [13]*	白云岩 [6]	页岩 [14]	粘土岩 [6]	砂岩 [13]	硅质岩 [2]	无烟煤 [3]	石英斑岩 [2]	花岗岩 [5]	玄武岩 [3]	辉绿岩 [3]	石英脉 [2]
SiO ₂	0.45	0.36	81.19	56.91	73.26	86.40	11.40	72.82	69.98	49.37	50.69	97.22
TiO ₂	0.01		0.24	1.69	0.57	0.05	0.10	0.07	0.17	3.34	1.36	0.01
Al ₂ O ₃	0.42		10.18	9.85	14.35	6.19	2.08	16.55	14.91	11.97	16.10	0.22
Fe ₂ O ₃	0.83		3.38	9.15	3.07	3.05	0.83	0.22	1.45	5.54	1.57	0.40
FeO	0.16	1.76	0.30	0.47	0.38	0.06		0.39	1.43	6.77	9.93	0.50
MnO	0.08	0.06	0.01	0.01	0.01	0.02	0.003	0.11	0.09	0.16	0.17	0.10
MgO	0.13	19.88	0.16	0.37	0.30	0.10	0.13	0.10	0.16	4.02	6.70	0.10
CaO	54.84	30.14	0.33	1.48	0.20	0.20	0.63	0.20	1.57	7.01	5.11	0.01
Na ₂ O	0.54		0.28	0.07	0.42	0.07	0.04	4.98	2.85	4.62	2.39	0.08
K ₂ O	0.01	0.06	1.55	1.01	3.59	0.23	0.30	2.30	5.70	1.25	1.05	0.02
H ₂ O ⁺	0.01		2.34	17.22	2.51	2.35		0.94	0.93	2.45	2.91	0.65
H ₂ O ⁻	0.04		0.59	(烧失量)	0.10	0.53		0.29	0.41	--	0.58	0.09
P ₂ O ₅	0.04		0.04	0.54	0.31	0.22	0.01	0.19	0.29	0.48	0.07	0.00
CO ₂	43.11	47.80		0.55						2.35	0.59	
S							6.98					
Total C							77.30					
Tl (ppm)	0.67~15 (3.81)**	0.13~11 (2.56)	0.76~8 (2.30)	0.8~4 (2.28)	0.4~5.1 (1.63)	0.3	0.1~0.4 (0.25)	2.8	0.18~3.8 (2.4)	1.0	0.3~1.3 (0.54)	0.3
合计	100.67	100.06	100.59	99.32	99.07	99.47	99.80 ^[11]	99.16	99.94	99.33	99.22	99.4

* []括号为分析铊样品数; ** ()括号为平均值

分析单位:中国科学院地球化学研究所中心分析室

表 4 列出金、汞、铋、砷矿床主要赋矿岩石类型中铊的含量。所有岩石中,除个别样品铊含量达到 190ppm 外,绝大多数样品铊含量变化在 0. 几~10 几个 ppm 范围。各类岩石平均铊含量均在 0. 几~几个 ppm 范围;最低平均铊含量为煤岩^[11],次为硅质岩和石英脉,均低于铊的地壳丰度值 0.43ppm;最高平均含铊为灰岩,次为白云岩,为铊地壳丰度值 6~9 倍。按铊含量高低,沉积岩类依次为灰岩→白云岩→页岩→粘土岩→砂岩→硅质岩→煤岩;岩浆岩类依次变化

趋势为石英斑岩→花岗岩类→玄武岩→石英脉。岩石中微量铊与一价碱金属和三价稀土,特别是 Rb、K、Cs、Ho、Er、Tm、Tb、Dy 等元素离子半径极相近^[1],彼此有一定的成因联系。故这些元素组合是指示汞、金、砷、锑矿带的找矿伴生元素。

表 5 列出金、汞、砷、锑矿石中铊和部分微量元素分析结果。铊普遍存在各类矿石中,含量变化很大,从痕量到大量。但铊平均含量多在 0. 几个 ppm 到几个 ppm。以汞矿石和砷矿石中铊含量较高,且普遍,并发现多种铊的独立矿物;金矿石和锑矿石中铊含量次之,除个别样品外,与表 4 岩石中铊含量相差无几。总观各类矿石含铊量变化趋势,由高至低依次为汞矿石→砷矿石→金矿石→锑矿石。这一变化与矿床赋矿岩石中铊含量变化有明显一致性。锑矿和金矿多赋存在碎屑岩中,铊在碎屑岩和锑矿及金矿中含量均较低;汞矿和砷矿多赋存在碳酸岩中^[12,13],铊在汞、砷矿床和碳酸岩中均比较高。矿石中,除铊外,还伴生有几十种微量元素,表 5 仅列出一部分。这些元素组合集相关元素、共生元素和伴生元素为一体,故这一组合是指导找矿有效的元素组合。

表 5 矿石中铊和伴生元素

Table 5 Thallium of ore and associated element

类别	金 矿 石				汞 矿 石					砷 矿 石						锑 矿 石			
	元素含量(ppm)				元素含量(ppm)					元素含量(ppm)						元素含量(ppm)			
	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4
Tl	4.064	10.55	2.70	62.05	189	130	20	0.79	4.8	20	2	2	0.49	1.51	大量	1	4	2.12	2.26
Hg	204.97	0.312	30	39.5	18431	13628	1550.5	36200	354000	60	0.5	9	8	0.01	7081	1.8	1.2	170	170
As	3960	21100	1600	904.38	25	250	10	397	382.5	16000	16000	12000	147000	541900	338500	300	650	425	5950
Sb	55.64	982	31	488.03	55	20	1	2.5	32	400	60	80	37.5	42.5	450	700500	146100	466000	570200
Au	6.472	5.36	5.2	13.51	0.0077	0.0074	0.0055	0.011	0.003	0.71	0.33	2.46	0.018	0.011	0.0248	0.0102	0.0005	0.017	0.003
Ag	0.542	0.97	2	0.85	—	—	—	11	52	—	—	—	3	3	—	—	—	2	8
Cu	31.96	39.7	150	9	47.61	31.15	60.06	70.35	272	60.10	97.7	44.64	44.4	102	17.39	10.20	57.22	痕	40.9
Pb	34.88	44.95	33	4	2.93	5.87	11.71	25.65	397	19.78	16.50	27.51	59.2	30	7.58	3.54	4.76	痕	痕
Zn	102.38	166.05	130	23.25	74.71	142.61	14.76	130	350	101.74	90.32	47.51	91.1	48.1	21.03	9.76	16.53	10	痕
Co	—	—	48	2.7	17.67	16.05	9.6	—	—	23.06	13.41	10.68	—	—	5.57	11.70	9.29	—	—
Ni	—	—	89	13.25	72.34	57.08	24.41	—	—	58.68	39.96	43.41	—	—	30.85	5.62	33.52	—	—
Se	—	—	2.4	5.9	1	1.94	0.19	—	—	7.6	0.27	1.93	—	—	16.7	51.8	67.9	—	—
Ba	203.66	286.35	380	46.25	—	—	—	581.5	4867	—	—	—	260	140	—	—	—	36.2	痕
Sr	—	—	1600	48.75	385.05	343.46	287.51	16.7	77.9	63.65	62.15	282.41	156	21.8	106.75	28.41	29.03	5.4	痕

分析单位:中国科学院地球化学研究所中心分析室

4 铊元素组合

在矿带、矿床、岩石、矿石和矿物中,普遍含铊,常出现铊富集。我国发现的铊矿物和铊矿体是我国近几年在铊矿物和铊地球化学研究上取得的新进展。本节着重讨论铊元素组合在找矿方面的应用。

与铊有关元素组合列入表 6,大体上可分为三组即相关元素组合、共生元素组合和伴生元

素组合。相关元素组合指在矿床和矿带中与铊地球化学性质密切,且参与铊矿物组成的主要元素组合;共生元素组合指在矿床和矿带中与铊地球化学性质密切,参与矿石矿物和脉石矿物中的微量元素组合;伴生元素组合指与铊地球化学性质有关或(和)无关在矿带的岩矿石中经常出现的大量和微量元素组合的统称。

表 6 低温矿床铊元素组合及其找矿标志

Table 6 Thallium element association and exploration mark in epithermal deposit

元素组合	代表元素	代表矿物	围岩蚀变	元素丰度	铊含量	亲合性	密切程度	找矿信度	找矿范围
相关元素	Tl, S, As, Se, Sb, Hg, Cu, Pb, Zn, Au, Ag 等	自然金、红铊矿、辰砂、雄黄、雌黄、辉铊矿、方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、黄铜矿、毒砂等。	硫化物化 硅化 碳酸岩化 粘土化 萤石化 重晶石化	S, As, Hg, Sb 等大量 其他微量	>10ppm	亲硫 为主	极 密切	可靠	矿体 矿床
共生元素	Tl, Cd, Ge, Ga, In, Cr, Ni, Co, Fe, Mn, V, Ti, W, Sn, Bi, Mo 等	兼相关元素和伴生元素组合的代表矿物	硫化物化 碳酸岩化 硅化 铁锰矿化	微量 为主	5~10ppm	亲硫 亲石	密 切	可信	矿田 矿区
伴生元素	Tl, Al, K, Na, Ca, Mg, Rb, Sr, Ba, Zr, Hf, REE, F, Cl, B 等	方解石、白云石、石英、长石、云母、角闪石、绿泥石、辉石等	绢云母化 硅化 绿泥石化 闪石化 黄铁矿化	Sr, Al, K, Na, Ca, Mg, 等大 量;其他微量	1~5ppm	亲石 为主	不 密切	参考	矿带 成矿区

与铊有关的元素组合明显可看出,相关元素组合多具有明显的亲硫特点,伴生元素组合具明显亲石特点,而共生元素组合介于前二者之间。应指出的是,在低温矿床组合条件下,对找矿最有意义的铊元素组合为相关元素组合,次为共生元素组合,再次为伴生元素组合。三种铊元素组合依次为矿体、矿田和矿带的找矿标志。通常铊含量大于 10ppm 对矿体和矿床有指示意义;10~5ppm 为矿田和矿区的找矿标志;小于 5ppm 仅对矿带和成矿区有参考价值。

该项研究是国家重点基金—低温地球化学研究的一部分,工作中一直得到涂光炽教授,张宝贵教授的指导和帮助。分析测试由中国科学院地球化学研究所中心分析室和中国科学院矿床地球化学开放研究实验室有关同志完成,在此表示衷心感谢。

参考文献

- 1 H J 勒斯勒和H 朗格. 地球化学表. 科学出版社,北京,1985,9~14
- 2 涂光炽,等. 中国层控矿床地球化学(第1卷). 科学出版社,北京,1984,189~218
- 3 涂光炽,等著. 中国层控矿床地球化学(第2卷). 科学出版社,北京,1987,101~133
- 4 涂光炽. 西南秦岭与西南贵州铀金成矿带及其与美国西部卡林型金矿床的类似性. 铀矿地质,1990,(6):321~325
- 5 新矿物及矿物命名委员会(审订). 英汉矿物种名称. 科学出版社,北京,1984,1~186
- 6 毛水和,等. 褐铊矿在我国的首次发现. 矿物学报,1989,(3):253~256
- 7 陈代演. 红铊矿在我国的发现和研究. 矿物学报,1989,(2):141~147
- 8 安树仁,等. 自然界中罕见的斜硫砷汞铊矿在贵州发现和研究. 贵州地质,1988,(4):377~379
- 9 陈代演. 我国汞铊共生矿床中富铊矿体的首次发现及其成因初步研究. 贵州工学院学报,1989,(2):1~19
- 10 张忠,等. 南华雄黄矿床铊赋存状态及有关问题讨论. 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年报(1992). 地震出版社,北京,1993,185~1906
- 11 Ashley R P, et al. Geology and geochemistry of three sedimentary — rock — hosted disseminated gold deposits in Gui Zhou Province, Republic of China. Ore Geology Reviews, 1991, (6): 133~151
- 12 Zhang Baogui and Liang Weiyi. Strata — bound mercury ore deposits in carbonate strata in China. SCIENTIASINICA (Series B), 1984, (2): 199~209
- 13 张宝贵. 中国主要层控汞铊(雄黄、雌黄)矿床分类成矿模式与找矿. 地球化学, 1989, (2): 131~138

THALLIUM IN GOLD MERCURY ARSENIC AND ANTIMONY ORE DEPOSITS IN CHINA

Zhang Zhong Long Jiangping

(Institute of Geochemistry, Academia Sinica)

Abstract

In this paper the authors discussed in more detail thallium from following four aspects: its mono-mineral, content of thallium in main mineral, content of thallium in rock and ore, and the element association in connection with other element. Elements of gold, mercury, arsenic and antimony ore deposits can be grouped into three groups according to the existent form of thallium and the close degree in thallium with other element, i.e., correlative, paragenetic and associated element. On the basis of geochemical study of ore deposits and their mineralizing mechanism, some prerequisites for prospecting these deposits have been proposed, for example, content of thallium in rock and ore, $>10\text{ppm}$, $5-10\text{ppm}$, $1-5\text{ppm}$, are exploration mark for the ore deposit, the mining area, and the mineral belt of gold, mercury, arsenic and antimony respectively. Hutchinonite ($\text{PbTlAs}_5\text{S}_9$) and picotpaulite (TlFe_2S_3) has been found by author recently from Nanhua arsenic deposit, Yunnan province, China.