第五章 银的赋存状态与分布规律

通过显微镜鉴定、化学分析、电子探针等方法，对贵州威宁银厂坡银矿床的主要银矿物光学物理性质、化学成分特征及银的赋存状态进行了研究。初步查明，银矿物主要有六种：自然银、螺硫银矿、银黝铜矿、硫锑铜银矿、角银矿、银铁矾。银主要呈独立银矿物的形式赋存于原生矿石与氧化矿石中。

第一节 银矿石与银矿物特征

5.1.1 银矿石特征

根据矿石的自然类型的不同，区内银矿石有两类：原生硫化矿石和氧化矿石，其中前者主要矿物组合为方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、螺硫银矿及银黝铜矿等；后者为氧化型银矿石，其主要矿物组合为褐铁矿、孔雀石、白铅矿等。矿床总银储量的 7/8 赋存于第一类银矿石中，后一类矿石中所赋存的银仅占总储量的 1/8。两类银矿石有较大的物理化学性质的差异。

（1）原生矿石：这类矿石为块状矿石，主要硫化矿物为方铅矿，通常含有较高的银，高于 200 g/t。该类矿石银含量的高低依赖于方铅矿中银含量的高低，常表现为 Pb 高，则 Ag 也高。另外,银含量的高低与方铅矿的晶形、粒度有密切的关系，晶形越好，粒度越粗，其银的含量越低。相反，粒度较细，晶形较差的方铅矿其银的含量则较高。该类矿石中分布的银矿物有螺硫银矿和银黝铜矿、硫锑铜银矿、自然银四种，以螺硫银矿和银黝铜矿为主。

（2）氧化矿石：这类矿石指的是原生硫化物型矿石经氧化后，形成的次生氧化矿石。矿石常呈松散土状，含有较多的次生氧化矿物,如白铅矿、褐铁矿、孔雀石、蓝铜矿等，其中孔雀石呈条带状分布于其中。银矿物以角银矿和银铁矾为主，前者常呈胶体状沿铁、铜、铅的氧化物边缘分布，后者常被白云石或呈黄铁矿晶形的假象褐铁矿所包裹。部分银分布于孔雀石中，因为该类矿石中 Ag 与 Cu 呈较明显正相关的特点，Cu 高时，Ag 的含量也高。这类矿石银的品位变化不大，一般在 200g/t 左右，但规模较小。

(3)银矿石的化学成分

两类矿石化学成分有较大的差异，其微量元素表现尤为明显，主要表现为多数微量元素在氧化矿石中明显高于原生硫化矿石（见图 5.1，表 5.1），但变化趋势相同，显示氧化矿石与原生硫化矿石在微量元素方面有一定的继承性，但两类矿石中银的平均品位差异不大（见表 5.1）。

表 5.1 银矿石微量元素组成特征表

样号		Ag	Pb	Zn	Cu	Co	Ni	Ga	Ge	Rb	Sr	Y
YCQ-1		528 19	14 97	0 579	1121.1	0.05	0.74	0.09	0 41	0 15	5.74	0 21
YCQ-2		48.85	1 72	22 07	239.0	0 35	3 17	3.31	4 91	0.35	26 64	0.48
YCQ-3		135.00	2.06	12 50	368.4	0 28	2 83	2.53	2.95	0.32	12.14	0.36
YCQ-4		326 40	6 46	0 052	600.0	--	0.47	0 08	0.34	—	6.66	0.44
YCQ-5	原	0 94	6 10	0.049	167.7	0 01	0.59	0.05	0.17	0.00	5.40	0.27
YCQ-6	生	0 93	6 05	0.026	71.0	0.03	0 53	0 10	0.08	0.29	4.39	0.39
YCQ-7	矿	344.21	5.23	0.018	75.0	0 00	0 15	0.02	0.01	—	3.51	0.11
YCQ-10	石	528 19	6.51	0.109	234 0	--	0.13	0.02	0 00	0.01	2.50	0.07
YCQ-11		635.01	7 48	0 114	167.0	0.02	0 70	0.10	0.03	0 06	7.88	0 35
YCQ-12		350 14	6.0	1 667	97 5	0.03	0.66	0.17	0.02	0.03	5.34	0.18
YCQ-13		456.97	13 8	0.0998	218 0	0.02	0.45	0 06	0.01	0 00	3.32	0 25
YCQ-14		531.15	9.2	0.0476	602 3	0.02	0 49	0.06	0.02	0.02	3.72	0.20
YCT-1		292 67	34 06	0 231	2312 2	1 29	10.32	4.30	1 68	9 09	24.50	27.14
YCT-2		459 66	1.12	0.474	789 6	1.71	15.84	6.57	3.86	11.70	15 37	50.43
YCT-3		321.21	2 59	0.278	457 4	1.04	11.93	4.08	2.56	7.21	21.56	25.30
YCT-4		148.19	0 71	0.192	324.4	1 34	10.45	4.22	1 65	8 77	31.12	25 28
YCT-5		120 07	1.27	0.272	1132.6	1 65	9.91	3.83	1.69	6.89	23 29	25.01
YCT-6		121 13	3 15	0 325	390.8	1.98	12.50	4.73	2.66	10.49	18.12	27 04
YCT-7	氧	167 57	2 15	0 534	453.7	1 35	14.37	3.55	2.61	5.78	8 38	24 34
YCT-8	化	263 04	1 12	0.443	297.4	0 52	10.16	1.70	0.70	5.03	52 82	42 88
YCT-9	矿	718 67	3.406	0 182	658 2	0 42	9 24	0.87	0.76	2.61	67 69	38 15
YCT-10	石	72 62	8.27	0 166	559 3	1.06	14 97	0.18	0.34	0.15	16.69	11.07
YCT-11		114 14	14 74	0 709	562.7	0.62	11 97	1 93	0.75	4.84	48 14	42 54
YCT-12		268 00	0.71	0.683	454 3	0.62	9 07	2.07	1.02	5 03	37.54	49 06
YCT-13		169.14	16 1	0.245	200.6	0 32	7 74	1 16	0 63	3.13	58.03	36.44
YCT-14		506 75	0.46	0 143	1134.4	2 51	15 27	0.42	0.55	0 90	23 85	5 10
YCT-15		476 97	0.97	0 179	2325 7	2 34	10 34	0.45	0.62	0.81	20.99	5 34
YCT-16		140.83	1.01	0 449	3321.6	7 29	20 64	0.77	0.81	2.14	9.65	8.34
YCT-17		249 08	0 78	0 475	6946.4	6 73	21.65	0 89	1.34	2.09	6.05	7 66

样号		V	Nb	Mo	Cr	Cd	In	Cs	Hf	Ta	W	Zr
YCQ-1		0.78	0 02	0 29	2.49	3 10	0.07	0.08	0.01	0.00	0.01	6 25
YCQ-2		2.50	0 02	0 86	6.47	81 52	3.43	0.08	0.01	0.00	0 08	0.44
YCQ-3		2 03	0.03	0.55	5 63	101 56	2 58	0.09	0 01	0 00	0 03	0.39
YCQ-4		0.39	0.00	0 50	4.62	1 11	0.05	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04
YCQ-5	原	0 31	0 00	0.20	2.28	2.67	0 24	0.00	0 00	0.00	0 00	0.04
YCQ-6	生	1.06	0 02	0 20	1 68	1.00	0 03	0.18	0.01	0.00	0.01	0.22
YCQ-7	矿	0.51	0.00	0 07	0.41	0.84	0 03	—	0.00	0.00	0.01	0.01
YCQ-10	石	0.52	0.00	0.07	0 74	0.73	0.03	0.01	0 00	0.00	0.00	0.27
YCQ-11		3.01	0.01	0.32	7 97	3 47	0.10	0.03	0.00	0.00	0.01	0 09
YCQ-12		2.59	0.01	0.30	3.07	6 87	0.39	0.02	0.00	0.00	0.00	0.25
YCQ-13		1.50	0 00	0.24	3.87	6.74	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04
YCQ-14		2.79	0.01	0.19	4.75	2.29	0.04	0.02	0.00	0.00	0.00	0.04
YCT-1		35 85	2.57	7.81	30.79	21 72	15.38	2.04	0.38	0.13	0.46	14.83
YCT-2		57.01	3.13	16.85	53.39	25.96	19.64	3 00	0.49	0 16	0.63	19.92
YCT-3		21 89	0.85	9.55	35.55	9 23	14 03	1.69	0.33	0.05	0.24	10.70
YCT-4		31.39	1.36	6.36	34.57	2.36	16 74	2.02	0 42	0.08	0.25	13.57
YCT-5		43 78	1.28	7.58	28.15	4.47	21.44	2.20	0.22	0.12	0.28	8 65
YCT-6		59.77	2.09	9.26	36.17	5.44	18.05	3 25	0.38	0.16	0.40	14.34
YCT-7	氧	36 90	1.09	15.72	41.89	10 44	19 17	1.72	0.24	0 09	0.31	8.49
YCT-8	化	2.61	1 91	8.52	45 41	34.04	5.11	1.40	0 18	0 17	0.22	6.00
YCT-9	矿	1.91	0.85	5.93	33.34	26.13	5.86	0.66	0.08	0 09	0.16	2.74
YCT-10	石	2 86	0.05	1.38	30.14	44 46	0.22	0.05	0.01	0.04	0.07	0.60
YCT-11		2.99	1.56	12.32	47.18	43 08	6.03	1.57	0.13	0.13	0.25	5 48
YCT-12		2.43	1.89	9.96	46 93	27.22	7.04	1.44	0.17	0.15	0.28	5.59
YCT-13		1.43	0.81	14 37	56.89	27.85	6.16	0.94	0.09	0.07	0.13	2.93
YCT-14		7.27	0 08	1 32	31.85	27.00	0.27	0.22	0.01	0.01	0.11	0.62
YCT-15		7 91	0.04	1.95	21.12	11.49	0.30	0.17	0 01	0.01	0.10	0.57
YCT-16		8 57	0.39	1.53	26.85	21.68	0.25	0.72	0 13	0.04	0.27	4.86
YCT-17		8.42	0.33	2.70	28.13	21.01	0.53	0.71	0.14	0.08	0.12	5.35

Pb、 Zn的单位为10^{-2}，由中国科学院地球化学研究所李荪蓉分析；其它元素单位为$\times 10^{-6}$，由中国科学院地球化学研究所漆亮分析

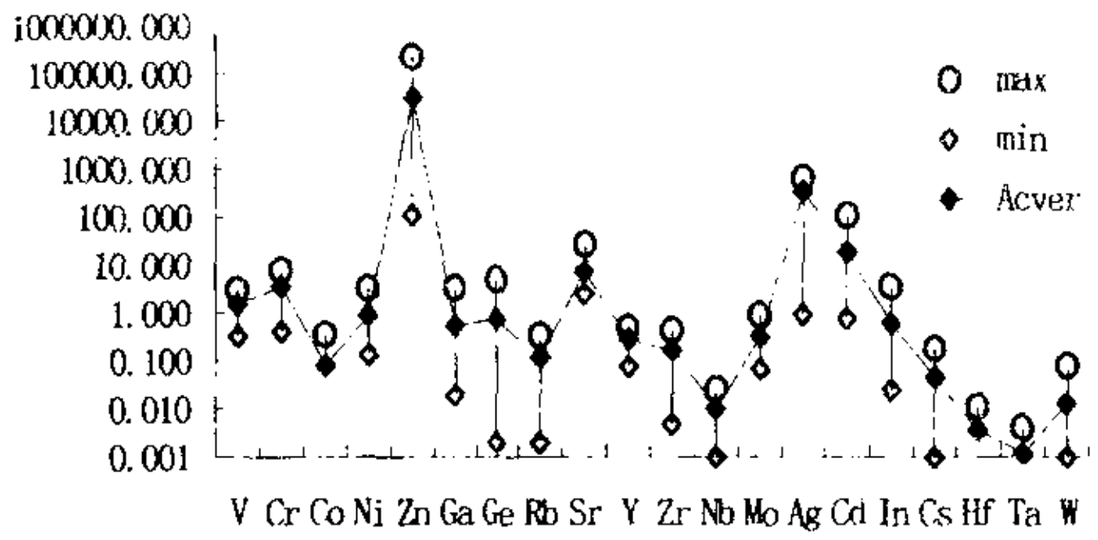


图 5.1 原生矿石微量元素含量变化范围

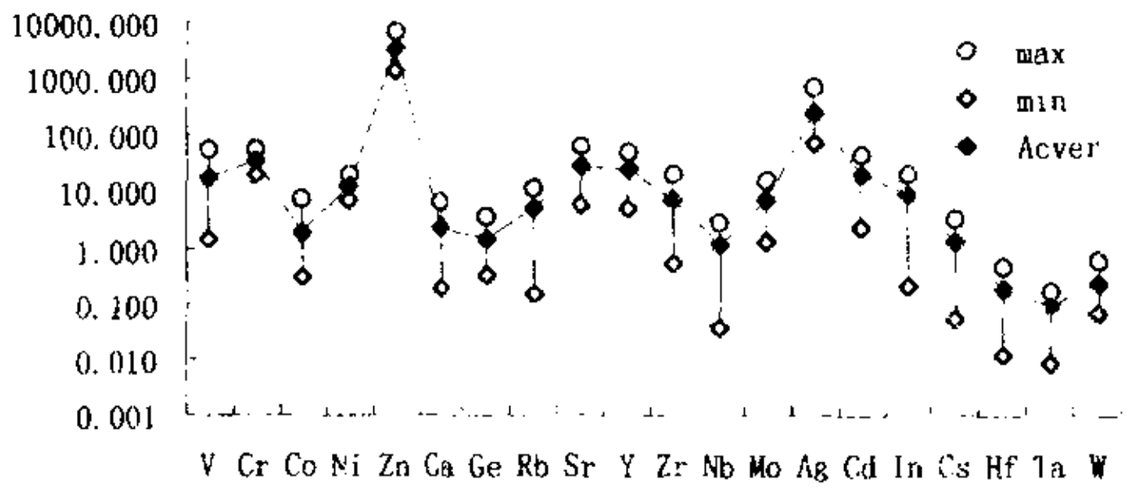


图 5.2 氧化矿石微量元素含量变化范围

(4) 矿石中银与微量元素的关系

原生矿石中 45 个样品的微量元素的相关性统计分析表明，在相关系数为正相关的水平上，微量元素的亲缘性可划分为四组：Sr-Hf-Nb-Ta-Cr-Co-Ni，Pb-Zn-Ag-Cd-W-Sn-As-Sb ， V–Y-In-Zr-Cs，Ge-Mo-Ga-Rb。其中 Pb-Zn-Ag-Cd-W-Sn-As-Sb 组的相关系数达 0.6 以上,Ag-Sb-Cd 的相关系数达 0.78，见图 5.3。

氧化矿石的 40 个样品进行微量元素相关性的统计分析(图 5.4)表明，在相关系数 0.55 的水平上，该类矿石中 Ag 及其它微量元素的亲缘性可划分为三组：在相关系数为 0.6 的水平上，Sr-Cd-Ag-Cu-Pb–Sb 划分为一组；在相关系数 0.58 的水平上，Zr-Hf-Ga-Rb-Sr-In-V-Ge-W-Nb-Ta-Cr-Mo-Y 可划分为一组，该组中 Zr-Hf-Ga-Rb-Sr-In-V-Ge-W-Nb-Ta 的相关系数达 0.8；Co-Ni 可划分为另外一组。

两组矿石中都明显体现出 Cd、Pb、Zn、Sb、As 与 Ag 的密切关系,这表明：①这几个元素与 Ag 在地质地球化学过程中有共同的地球化学行为。② Ag、 As、Sb 可能有共同的迁移与沉淀机制，并形成银的 As、Sb 硫盐银矿物。③Cd 可能赋存于闪锌矿中。④银主要赋存于方铅矿中。⑤两类矿石中银与其他元素的亲缘性可能还体现了氧化矿石继承了原生矿石中化学组成，但在氧化矿石中多数微量元素得到了富集。

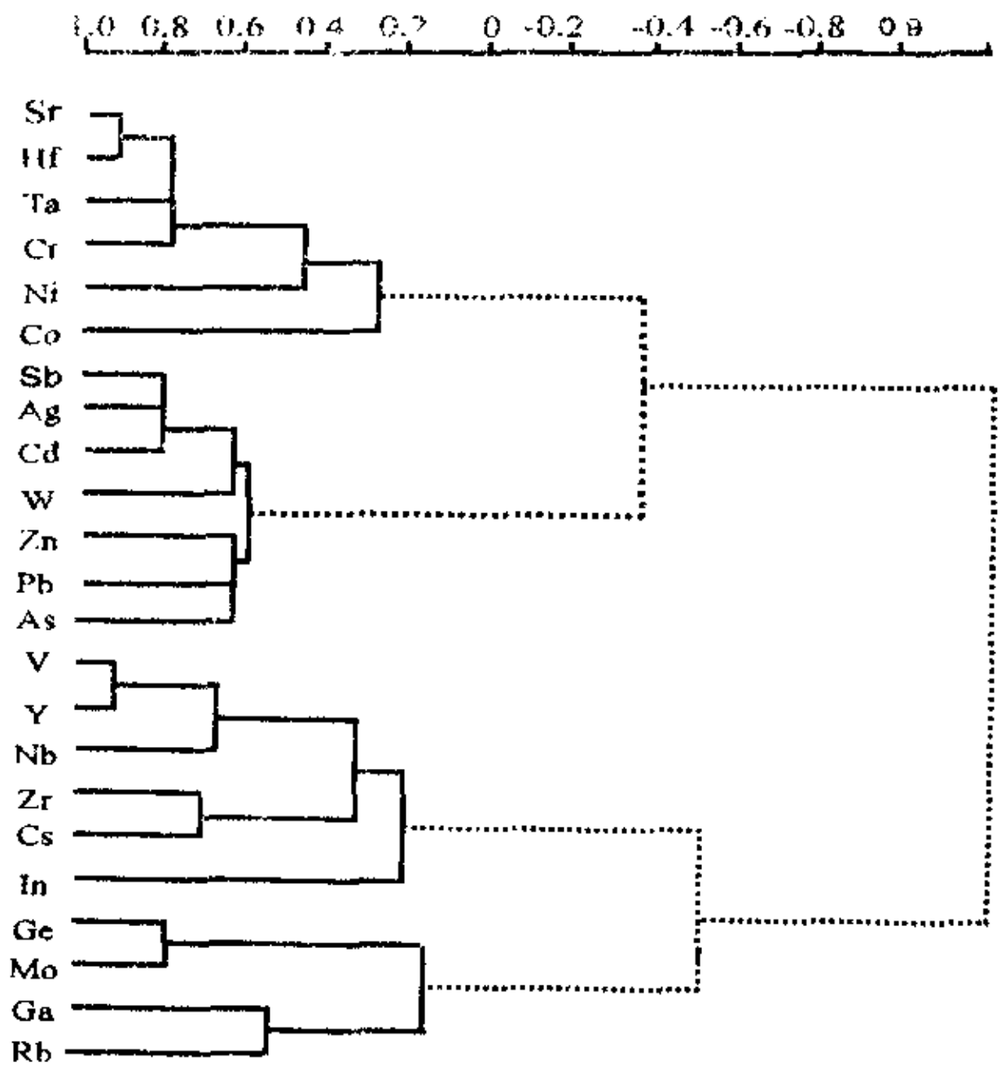


图 5.3　原生矿石中 Ag 与其他微量元素 R 型相关分析谱系图

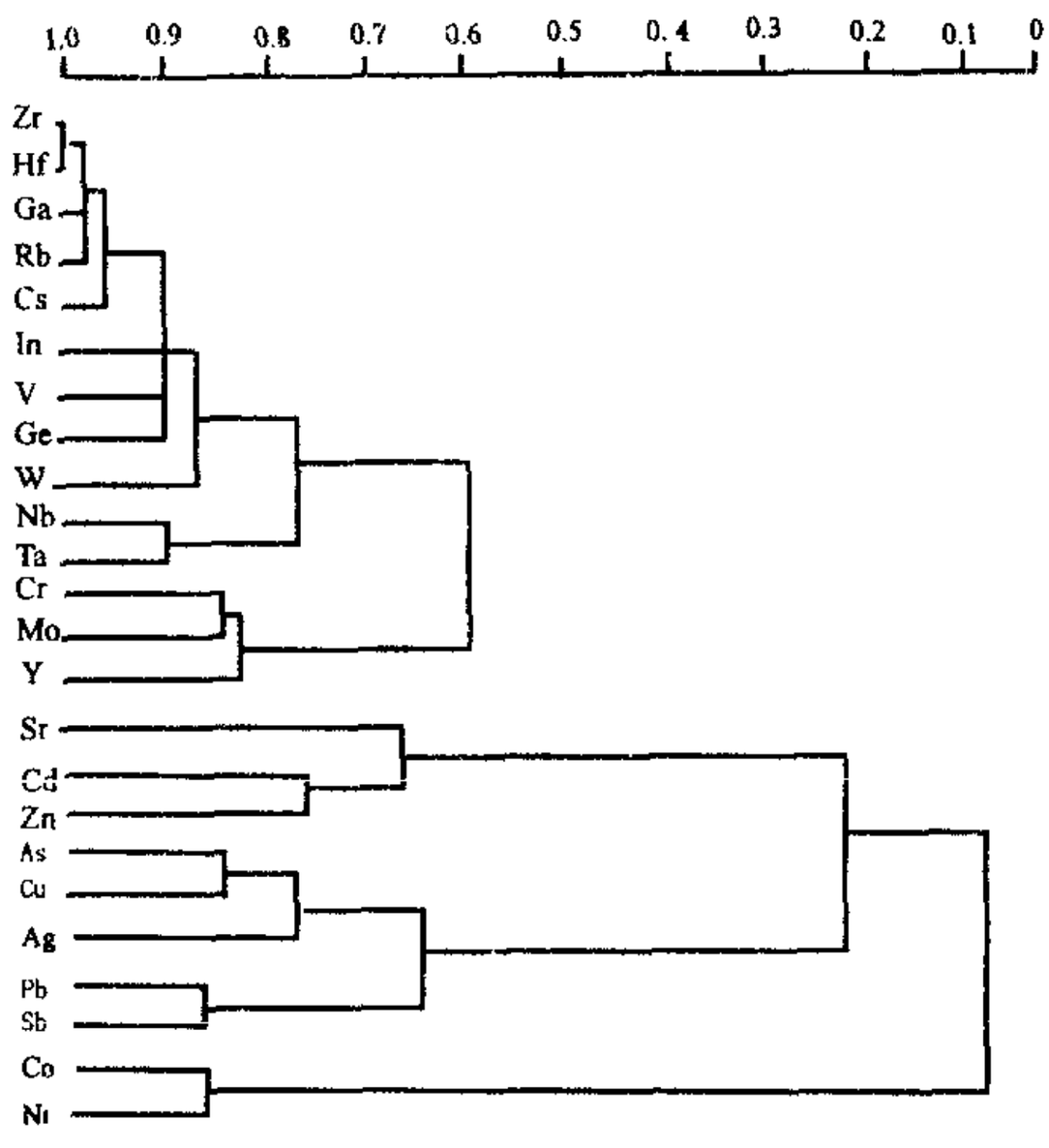


图 5.4 氧化矿石中 Ag 与其他微量元素 R 型相关分析谱系图

5.1.2 银矿物特征

本文对银厂坡矿床的银矿物进行了鉴定，共发现至少六种银矿物，即螺硫银矿、银黝铜矿、硫锑铜银矿、自然银、角银矿、银铁矾等，前四种进行了定量分析，后两种通过矿相显微镜的鉴定及电子探针的定性分析确定。

电子探针用日本产的 JCXA-733 型,分析时所用加速电压为 22kv,电流为 10mA。先进行扫描定性分析，Bi、Se、Te、Cd 等元素由于低于检测限而未进一步定量分析。利用定性分析结果确定主要分析项目为 Cu、Pb、Zn、Ag、Cr、As、Sb、S，共 9 个元素，其中 Cu、Fe、 S 的分析采用黄铜矿作为标样，Pb、 Zn 采用方铅矿、闪锌矿作为标样，As 用毒砂作为标样,Sb、Cr 、Ag 用其金属作标样，分析在中国科学院地球化学研究所电子探针实验室完成，分析结果见表 5.2。

螺硫银矿（Ag_2S）：为单斜晶系，反射色为浅灰色或浅灰绿色，显弱非均质，为本矿区分布最广的银矿物，两类矿石中均有产出，但在两类矿石中螺硫银矿所表现的产出特征不一样。在原生矿石中，此类银矿物以呈不规则的叶片状、靴状、的固溶体分离结构的形式存在（照片 5.1，5.2)，其长轴方向长约 7~10μm,短轴方向长约 2~3μm;而赋存于氧化矿石中的螺硫银矿呈粒状，其粒径约 3~5μm，被包裹于铁、铜和铅硫化物的次生氧化矿物中，尤其是褐铁矿中，褐铁矿甚至还保留氧化前黄铁矿的晶形及环带结构（照片 5.3）。两类银矿石中螺硫银矿的成分差别不大。从银矿物银的背散射电子成分相和 X 射线面分布图上可以看出，螺硫银矿与方铅矿边界十分清楚。另外在白牛厂与乐马厂超大型银矿床中也有该种矿物分布，白牛厂的螺硫银矿中 Ag 的范围为 80.57~89.01%（江鑫培，1994），乐马厂螺硫银矿 Ag 的范围为 75.47~81.41%（邓海琳，1996）。

自然银：均质，呈银白色，颗粒细小，介于 2～3μm，量少，呈细粒状分布于胶状铁、铜、铅的次生氧化矿物中，极易氧化，并呈黑色氧化膜状。与螺硫银矿密切共生于原生硫化矿石的方铅矿中。白牛厂和乐马厂两个银矿床中也有自然银的广泛分布。

银黝铜矿 $(Cu,Ag,Fe,Zn)_{12}(As,Sb)_4Sb_{13}$：矿区银黝铜矿反射色为褐黄色、灰白色或棕黄色，等轴粒状，均质，通常颗粒较大者有 10μm 以上，主要分布在原生硫化矿石中。部分银黝铜矿常被晚阶段的碳酸盐细脉穿插时成龟裂状（照片 5.4），或直接充填于方铅矿解理及裂隙中；亦有少数银黝铜矿呈极细微的矿物形式产于碳酸盐矿物与方铅矿的接触带附近。

本矿区的银黝铜矿 Ag 的含量范围为 1.314~12.84%之间；四川大梁子 Zn-Pb-Ag 矿床银黝铜矿中 Ag 的含量范围 20.83%~21.01%、四川天宝山 Zn-Pb-Ag 银黝铜矿 Ag 为 22.47%（王小春，1988），均高于银厂坡的银黝铜矿中的银含量。麒麟厂 Zn-Pb-Ag 黝

表 5.2 银厂坡银矿床银物电子探针分析结果表（w_B/%）

样号	矿物名称	Ag	Cu	Pb	Zn	Fe	Cr	As	Sb	S	总计/%
YCP—1	银黝铜矿	3.531	37.855	—	5.503	1.923	0.034	4.609	19.417	2.666	98.543
YCP—1'	含银黝铜矿	0.711	40.149	—	5.327	2.503	0.003	8.985	16.129	24.368	98.174
YCP—2	含银黝铜矿	0.557	38.161	—	6.652	0.965	—	8.186	18.588	26.599	99.707
YCP—2'	银黝铜矿	1.815	37.945	—	6.600	1.291	—	7.960	21.391	21.502	98.508
YCP—4	银黝铜矿	1.314	36.261	—	7.138	0.338	—	7.381	19.382	26.893	98.733
YCP—5	银黝铜矿	2.905	36.477	—	6.531	0.689	—	2.539	27.923	20.674	97.737
YCP—6	银黝铜矿	2.200	34.987	—	6.833	0.560	—	3.926	25.877	23.463	97.847
YCP7—1	银黝铜矿	11.710	29.452	—	6.515	0.963	—	1.473	28.446	23.121	101.680
YCP7—2	银黝铜矿	11.422	27.340	—	7.606	0.540	—	1.123	26.328	25.170	99.529
YCP7—3	银黝铜矿	12.842	29.198	—	6.394	0.742	—	2.158	25.933	21.221	98.488
YCP—8	银黝铜矿	8.808	31.536	—	6.644	0.401	—	0.820	26.094	24.935	98.239
YCP—8'	银黝铜矿	4.923	34.201	—	6.208	0.524	—	—	26.548	27.185	99.410
YCP—12	银黝铜矿	3.785	35.664	—	4.698	2.595	—	7.658	19.240	23.807	97.446
YCP—12'	银黝铜矿	4.216	34.980	—	4.760	2.556	0.009	7.812	18.625	25.319	98.275
YCP—15	银黝铜矿	4.096	36.718	—	4.923	2.437	—	8.672	17.736	24.383	98.965
YCP6-1	螺硫银矿	85.47	2.35	—	0.37	0.25	—	—	0.01	11.30	99.75
YCP6-2	螺硫银矿	86.63	0.6	—	0.51	0.37	—	—	0.02	11.45	99.56
YCP6-3	螺硫银矿	86.2	0.4	—	0.62	0.12	—	—	0.05	11.51	98.9
YCP6-4	螺硫银矿	81.6	5.9	—	0.10	0.53	—	—	-	11.13	99.46
YCP—9	硫锑铜银矿	68.800	7.294	—	0.047	—	—	0.485	10.760	12.621	100.006
YCP—9'	硫锑铜银矿	68.405	7.167	—	0.019	0.044	0.019	0.040	10.566	12.100	98.359
YCP—10	硫锑铜银矿	69.441	6.741	—	—	0.013	—	—	11.543	12.087	98.825
YCP—11	硫锑铜银矿	67.869	6.027	—	0.177	—	0.065	—	10.407	12.432	97.977
YCP13—a	自然银	92.000	0.305	—	0.009	—	—	1.210	2.200	4.340	100.064
YCP13—b	自然银	89.074	0.529	5.010	—	—	—	2.500	0.200	0.350	97.665
*Y6—3—a	自然银	91.510	1.620	—	0.010	0.010	—	1.950	1.380	3.500	99.980
*y6—5—c	自然银	91.650	2.030	—	0.010	0.010	—	0.760	2.210	3.360	100.030

注："—"表示未检测到。"*"引自柳贺昌等，1994，其余为中国科学院地球化学研究所王明再分析。

铜矿 Ag 的变化范围为 3.82~29.79%（杨国高,等 1992），乐马厂超大型独立银矿床银黝铜矿 Ag 的变化范围介于 1.55~9.41%（邓海琳，1997），与本矿区的银黝铜矿中银的含量变化范围相当；白牛厂银多金属矿床银黝铜矿 Ag 的含量介于 9.30-22.65%（江鑫培，1994），银厂坡银矿床的银黝铜矿 Ag 变化范围与天宝山、大梁子两个矿床相当。

区内的银黝铜矿及含银黝铜矿中阳离子之间所占的比例呈现出明显的规律性（表 5.3），表现为银黝铜矿的三个端元组分（Ag-Cu、Fe-Zn、As-Sb）的摩尔分数 X 之间有较明显的相关性（图 5.5），从相关图上可以清楚地看出，X_{Ag} 与 X_{Sb} 明显有正相关关系(图 5.5b)，与一些研究者（Tsepin and Brestkovska , et al., 1996; Miller J W and Graig J R. , 1983; Hackharth C J and Petersen U., 1984; Petersen E U et al, 1990）的研究结果一致。

表 5.3　银黝铜矿-含银黝铜矿中各元素摩尔分数表

样号	矿物名称	Ag	Cu	Zn	Fe	As	Sb	$\frac{100Ag}{Ag+Cu}$	$\frac{100Fe}{Fe+Zn}$	$\frac{100Sb}{Sb+As}$
*Y6-5-a	银黝铜矿	1.40	10.08	0.02	0.01	0.52	4.26	12.18	36.95	89.12
YCP-1	银黝铜矿	0.53	9.68	1.37	0.56	1.00	2.59	5.20	29.06	72.17
YCP-1'	银黝铜矿	0.11	10.82	1.39	0.77	2.05	2.27	1.03	35.51	52.50
YCP-12	银黝铜矿	0.61	9.83	1.26	0.81	1.79	2.77	5.88	39.30	60.73
YCP-12'	银黝铜矿	0.64	9.08	1.2	0.75	1.72	2.52	6.62	38.63	59.48
YCP-15	银黝铜矿	0.65	9.88	1.29	0.75	1.98	2.49	6.16	36.72	55.73
YCP-2	银黝铜矿	0.08	9.41	1.59	0.27	1.71	2.39	0.85	14.53	58.30
YCP-2'	银黝铜矿	0.33	11.58	1.96	0.45	2.06	3.41	2.74	18.65	62.33
YCP-4'	银黝铜矿	0.19	8.85	1.69	0.09	1.53	2.47	2.09	5.26	61.78
YCP-5	银黝铜矿	0.54	11.58	2.01	0.25	0.68	4.63	4.48	11.00	87.13
YCP-6	银黝铜矿	0.36	9.79	1.86	0.18	0.93	3.78	3.57	8.76	80.23
YCP-7	银黝铜矿	1.96	8.36	1.80	0.31	0.35	4.21	18.96	14.77	92.24
YCP-7'	银黝铜矿	1.75	7.13	1.93	0.16	0.25	3.58	19.73	7.68	93.52
YCP-7"	银黝铜矿	2.34	9.04	1.92	0.26	0.57	4.19	20.56	11.97	88.09
YCP-8	银黝铜矿	1.37	8.31	1.70	0.12	0.19	3.59	14.12	6.61	95.14
YCP-8'	银黝铜矿	0.7	8.26	1.41	0.14	0.00	3.34	7.81	9.00	100.00

注：*引自柳贺昌，1994；S 的摩尔分数固定为 13。

X_{Ag} 与 X_{Zn} 也呈明显的正相关关系(图 1a)，而 X_{Ag} 与 X_{Cu} 、X_{As} 有较明显的负相关（图 5.5a,5.5b）,这和 Sack 和 Loucks(1985)研究黝铜矿和砷黝铜矿时所得出的结果具有类似性。从银黝铜矿 Ag 与 Cu 的摩尔分数特征可以看出，在银黝铜矿中的 Ag 与 Cu 之间的置换程度不是很高，Ag 替代 Cu 的摩尔分数最多时可达为 2.58（表 5.5），若按银黝铜矿中的金属阳离子总和理论值为 12 来计算，其最大置换率为 20.56%，最小时仅 0.85% ，而 As、Sb 之间的置换率较高，有时高达 100%。

Ag 与 Cu 的相互替代关系可以用银的置换率用 A_{Ag}=100Ag/(Ag+Cu)来表示，铁与锌的替代关系用铁的置换率 A_{Fe}=100Fe/(Fe+Zn)表示，As、Sb 之间的替代关系用锑的置换率 A_{Sb}=100Sb/（As+Sb）来表示,三个端元之间相互替代关系见图 5.5。可以看出，Ag 的置换率 A_{Ag} 与 Sb 的置换率 A_{Sb} 呈明显的正相关，与 Ebel 和 Sack(1985)报导的一致，与铁的置换率 A_{Fe} 呈负相关。三个端元组分 Ag-Cu、Fe-Zn、As-Sb 中，以 Ag-Cu 置换率与 As-Sb、Fe-Zn 的置换率关系密切，Fe-Zn 的置换关系与 As-Sb 置换关系不明显（图 5.5d）。从银黝铜矿的 Cu 与 As、Sb 的关系来看， Sb 与 Ag 成正相关，这在矿石中也有类似现象，显示 Sb 与 Ag 可能为共同迁移与沉淀或同期进入黝铜矿的晶格中。

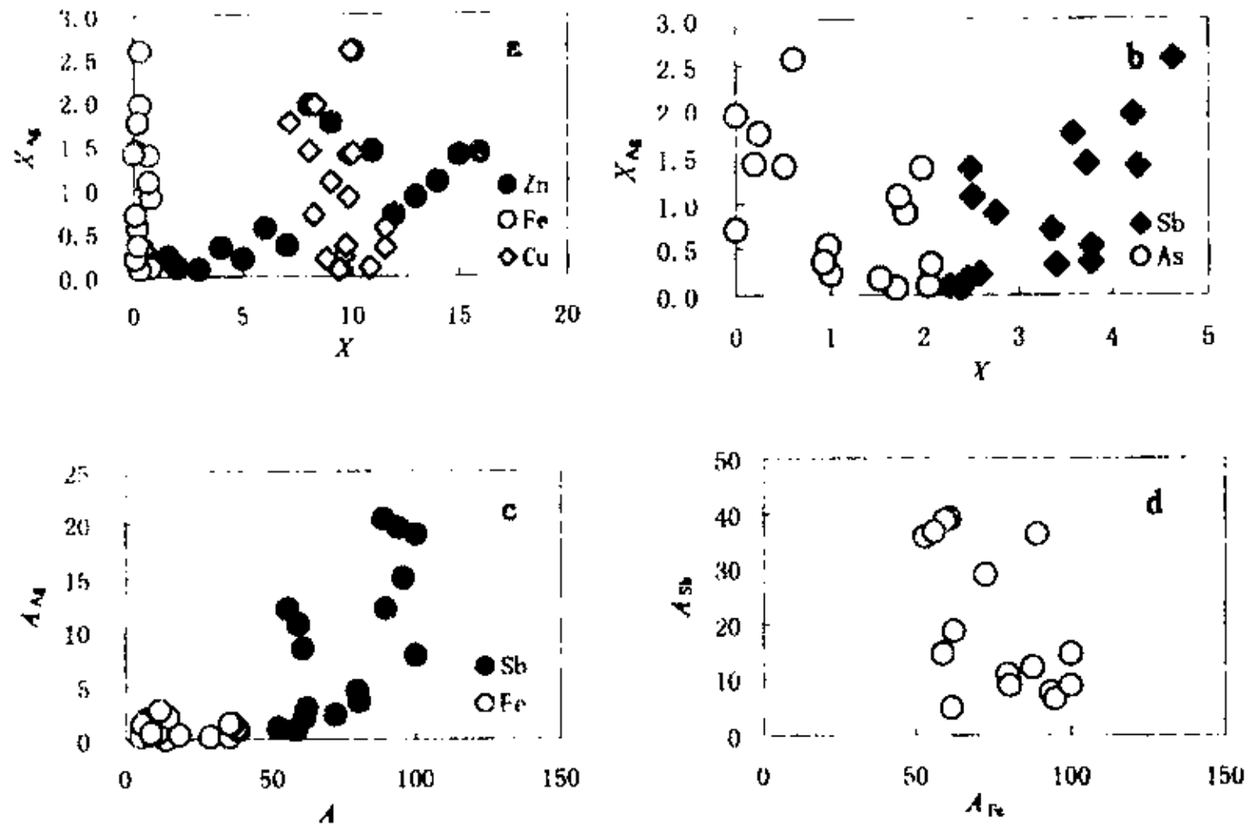


图 5.5　银黝铜矿中三个端元组分（Cu-Ag, Fe-Zn，As-Sb）之间的相关图

(a) Ag 与 Cu、Fe、Zn 原子数相关图；　(b) Ag 与 As、Sb 原子数相关图

(c) Ag-Cu、Fe-Zn、Sb-As 交换率相关图 A_{Ag}=100Ag/(Ag+Cu)；

图中 A 代表 A_{Sb} 或 A_{Fe}；　A_{Sb}=100Sb/(As+Sb)；　A_{Fe}=100Fe/(Fe+Zn)；

(d) A_{Sb} 与 A_{Fe} 的相关图 A_{Sb}=100Sb/(As+Sb)，A_{Fe}=100Fe/(Fe+Zn)

硫锑铜银矿：主要分布于方铅矿中，常呈条状、板状和叶片状分布（照片 5.5）。镜下呈淡黄的浅灰色非均质，内反射为深红色。银厂坡硫锑铜银矿中 Ag 的范围为 67.869~69.411%，Sb 为 10.407~11.543%；而麒麟厂硫锑铜银矿中 Ag 的范围为 53.75～75.57%,Sb 为 7.98～18.8%（杨国高,等 1992）；白牛厂银多金属矿床中硫锑铜银矿中 Ag 的范围为 67.79～74.54%,Sb 为 10.54～11.57.8%（江鑫培，1994）。可见，这几个矿床中硫锑铜银矿的含 Ag 差别不大。

角银矿：呈胶体状分布于土状的褐铁矿中，表面氧化而呈黑色被膜状（照片 5.6）。

银铁矾：分布于土状氧化矿石中，常被包裹于白云石中（照片 5.7）。

银矿物组成的变化有自早到晚按银黝铜矿→黝锑银矿→硫锑铜银矿→辉银矿→深红银矿→脆银矿→螺硫银矿→自然银的顺序排列（王静纯，1990），总的演化趋势为：银的硫盐矿物→银的硫化物→银的自然金属。矿物组分由复杂向简单，由低银向高银演化，由低锑向高锑、高温向低温转化的趋势。银厂坡矿床的银矿物成分及穿插顺序表明，该矿区银矿物按银黝铜矿→硫锑铜银矿→螺硫银矿→自然银顺序演化。

虽然矿区内出现的银矿物种类不多，但却有较好的代表性——即出现了一套银的自然金属矿物、银的硫化物、银的硫盐矿物组合。从表 5.2 可以看出，几乎每种银矿物都或多或少地含有一定量的铜、锑和硫，组成一套银的砷-锑-硫盐矿物的低温银矿物组

合。这些银矿物是银在不同矿石类型中的表现形式或不同阶段的银矿物形式，早期以银黝铜矿为主，中期以硫锑铜银矿及螺硫银矿为主，晚期则以螺硫银矿和自然银为主。它们之间有一定的继承性，是典型的产在沉积碳酸盐中的银矿床的银矿物特征组合。

表 5.4 银矿物的共生组合类型

	类 别	共生银矿物	共生的元素组合
贫硫系列	Au-Ag 类	银金矿、金银矿、自然银、硒金银矿、硒银矿	Au-Ag、Ag-Au-Te-Se
	Hg-Ag 类	自然银、汞银矿、银汞矿	Hg-Ag
	Ag-V 类		Ag-V-Mo-P
富硫系列	富 S 类	辉银矿、辉铜银矿	Ag-S-Cu
	S—Sb-As	深红银矿、淡红银矿、辉锑银矿、硫砷银矿	Ag-As-Sb-S
	S—Sb-As-Cu	银黝铜矿、黝锑银矿、硫锑铜矿、含银砷黝铜矿、硫砷铜银矿、辉铜银矿、辉银矿、自然银	Ag-Sb-As-Cu-S
	S-Sb-Pb-(Cu)	硫锑银铅矿、辉锑铅银矿、辉银矿、自然银	Ag-Sb-Pb-(Cu)-S
	S-Bi(Sb)-Pb-(Cu)	硫铋银铅矿、块硫铋银矿、辉铋银铅矿、硫铋铜银矿、硫铋银矿、辉硫铋铅银矿、辉铋矿、辉银矿	Ag-Bi-Pb-(Cu)-S
	S-Sn	银黄锡矿、硫银锡矿、自然银、硫锡矿	Ag-Sn-S

银矿物的共生元素组合可划分为以下几类（见表 5.4）：Au-Ag、 Ag-Au-Te-Se、Hg-Ag、Ag-V-Mo-P、Ag-S-Cu、Ag-As-Sb-S、Ag-Sb-As-Cu-S、Ag-Sb-Pb-(Cu)-S、Ag-Bi-Pb-(Cu)-S、Ag-Sn-S 十种组合类型，见表 5.4，从银厂坡银矿物的组合来看，该矿床银矿物元素组合为 Ag-Sb-As-Cu-S 型，属富硫系列的低温银矿物组合类型。

第二节 银的分布规律

5.2.1 载银矿物产出特征

银厂坡银多金属矿床载银矿物主要有方铅矿、褐铁矿，闪锌矿、孔雀石、白铅矿、铅矾、白云石也能携带少量银，它们的产出特征见第四章。

5.2.2 载银矿物含银量

方铅矿：为矿区主要载银矿物。其中分布的主要银矿物有自然银、螺硫银矿、硫锑铜银矿。银含量变化较大，最高可达 1260g/t（柳贺昌，1994）。本文测得的方铅矿中 Ag 最高为 1028g/t。闪锌矿：不是主要有载银矿物，银的含量平均为 69～75g/t。白铅矿：其银含量较高，介于 330～400g/t，为氧化矿石中的主要载银矿物。褐铁矿：主要分布于氧化矿石中，为区内主要的载银矿物，其银的含量较高，介于 484～600g/t，银矿物主要有银铁矾、角银矿。孔雀石与蓝铜矿：含银介于 243～313g/t。白云石与方解石中银的含量不高，通常为 n×10g/t。