

云南鹤庆炉坪铅多金属矿矿石矿物学特征 及其地质意义

豆 松^{1, 2)}, 刘继顺¹⁾, 郭远生²⁾, 严 健²⁾

1)中南大学地球科学与信息物理学院, 湖南长沙 410083;

2)云南省有色地质局, 云南昆明 650051

摘 要: 云南鹤庆炉坪铅多金属矿床是新发现的一个大型隐伏矿床, 位于北衙超大型金多金属矿床北部, 属北衙金多金属矿田斑岩-热液成矿体系的组成部分, 是该成矿体系中的新类型矿床。它是在充分研究区内基本地质条件, 对比北衙矿区的成矿特点, 认为在北衙向斜构造的轴部应该存在构造薄弱地带, 能够为万洞山正长斑岩成矿体系中的成矿流体运移提供通道和赋存空间, 同时结合良好的 Pb-Au-Ag-Zn-Cu-As-Sb 组合异常显示的观点指导下, 通过钻探验证而发现的铅多金属隐伏矿床。矿体沿中三叠统北衙组灰岩与下三叠统腊美组砂泥岩层间及中三叠统北衙组灰岩内层间破碎带产出; 矿石类型主要为氧化矿和混合矿, 部分为硫化矿, 其主金属元素为铅, 伴生有金、银、铁、锌等多种有用组分; 本文通过分析和总结该矿床的矿物学特征、有用组分的赋存状态及分布特征, 提出了开发利用该矿床应加强进一步开展相关研究工作的建议。

关键词: 炉坪铅多金属矿; 矿物学特征; 地质意义; 鹤庆; 云南

中图分类号: P616.3; P616.4 文献标志码: A doi: 10.3975/cagsb.2013.s1.13

Ore Mineralogical Characteristics of the Luping Lead Polymetallic Deposit in Heqing of Yunnan Province and Their Geological Implications

DOU Song^{1, 2)}, LIU Ji-shun¹⁾, GUO Yuan-sheng²⁾, YAN Jian²⁾

1) School of Geoscience and Info-physics, Central South University, Changsha, Hunan 410083;

2) Yunnan Nonferrous Metals Geological Bureau, Kunming, Yunnan 650051

Abstract: The Luping lead polymetallic deposit in Heqing is a large-size concealed deposit discovered recently in Heqing, Yunnan Province. It is located on the northern side of the Beiya superlarge gold polymetallic deposit and is a component part and a new deposit type of the porphyry-hydrothermal ore-forming system of the Beiya superlarge gold polymetallic ore field. Based on a review of local geology and a comparative study of the mineralization characteristics of the Beiya deposit, the authors held that there should exist some unsubstantial structures in the axes of Beiya syncline which could provide the channel way and space for the ore-forming fluid from the Wandongshan orthophyre mineralization system. In combination with the existence of good combinatorial anomaly of Pb-Au-Ag-Zn-Cu-As-Sb in the area, the Luping lead polymetallic deposit was eventually discovered by means of drilling. The ore bodies of the deposit are hosted in the fracture zones within limestone of Middle Triassic Beiya Formation and sandstone-mudstone interlayered bedding of Qingtianpu Formation and limestone of Middle Triassic Beiya Formation. Ores of the ore deposit mainly consist of oxidized ores and mixed ores together with minor sulfide ores. The main metal component of the ores is lead along with some accessory components such

本文由云南省三年地质找矿行动计划项目(编号: Z201004)资助。

收稿日期: 2013-04-24; 改回日期: 2013-05-05。责任编辑: 闫立娟。

第一作者简介: 豆松, 男, 1967 年生。高级工程师, 博士研究生。主要从事地质勘查项目研究与管理工。通讯地址: 650051, 云南省昆明市人民东路 93 号云南省有色地质局。E-mail: dousong@163.com。

as gold, silver, iron and zinc. Based on an analysis of the mineralogical characteristics as well as the distribution and modes of occurrence of useful components in the deposit, the authors put forward the suggestion that the relevant research work should be strengthened in further development and utilization of the ore deposit.

Key words: Luping lead polymetallic deposit; mineralogical characteristics; geological implications; Heqing; Yunnan

云南鹤庆炉坪铅多金属矿床属扬子地台西缘富碱斑岩成矿带北衙金多金属矿田的一部分, 该区东以程海大断裂为界与滇中中生代红色盆地相邻, 西以红河深断裂为界与兰坪—思茅拗陷接壤, 亦属扬子准地台与三江褶皱系的接合部位(崔银亮, 2003; 李光斗等, 2010)。区域上自下元古界苍山群至新生界第三系地层均有出露。构造以褶皱和断裂为主, 轴向近南北, 代表性的褶皱有阿拉山背斜、大安向斜、炼碛河向斜、松桂向斜等(云南省地质矿产开发局, 1990)。在富碱斑岩带内岩浆活动频繁, 基性、中性、酸性及碱性岩类均有分布(胡祥昭等, 1995; 胡祥昭, 1996; 张道红等, 2013), 主要是二个岩浆活动时期的产物: 华力西期以基性辉长岩、二叠纪以玄武岩为主; 喜马拉雅期主要为富碱的石英正长斑岩、辉石正长岩、花岗斑岩及石英闪长岩。云南鹤庆炉坪铅多金属矿床就是该富碱斑岩带内新发现的一个隐伏矿床, 矿床位于松桂向斜南端次级向斜—北衙向斜核部(图 1), 其分布范围内有明显的磁异常和 Au-Ag-Pb-Zn-As-Sb 组合土壤测量异常(刘景虹等, 1991; 晏建国等, 2003)。

1 矿体特征

炉坪矿区为一铅、金、银、铁共生的矿床, 矿体主要产于中三叠统北衙组下段(T_2b^a)灰岩的层间破碎带及北衙组与下三叠统(T_1)粉砂岩地层接触面附近的层间滑脱带内, 空间上既有单矿种独立矿体, 又有多矿种共生矿体(豆松等, 2013)

矿体主要呈似层状、脉状、透镜状产出, 总体北北西走向, 倾角较缓, $0^\circ \sim 10^\circ$, 个别矿体倾角达 60° , 各矿体特征见表 1(云南省有色地质局地质勘察院, 2012)。

矿床主要矿体 I-2 Pb 矿体赋存于北衙组四段灰岩与下三叠统粉砂岩接触面之间的层间滑脱破碎带及下部地层中(图 2), 为隐伏矿, 赋矿岩石为构造角砾岩。矿体分布于家坡矿段 23~50 线间, 赋矿标高 1610~1750 m, 自南往北略上扬, 倾角 5° 左右; 似层状, 呈一宽缓的向形, 总体走向 345° , 东翼倾向西, 倾角 $0^\circ \sim 10^\circ$, 西翼倾向东, 倾角 $0^\circ \sim 10^\circ$; 走向长约 1600 m, 倾向延深 250~400 m, 矿体垂直厚度

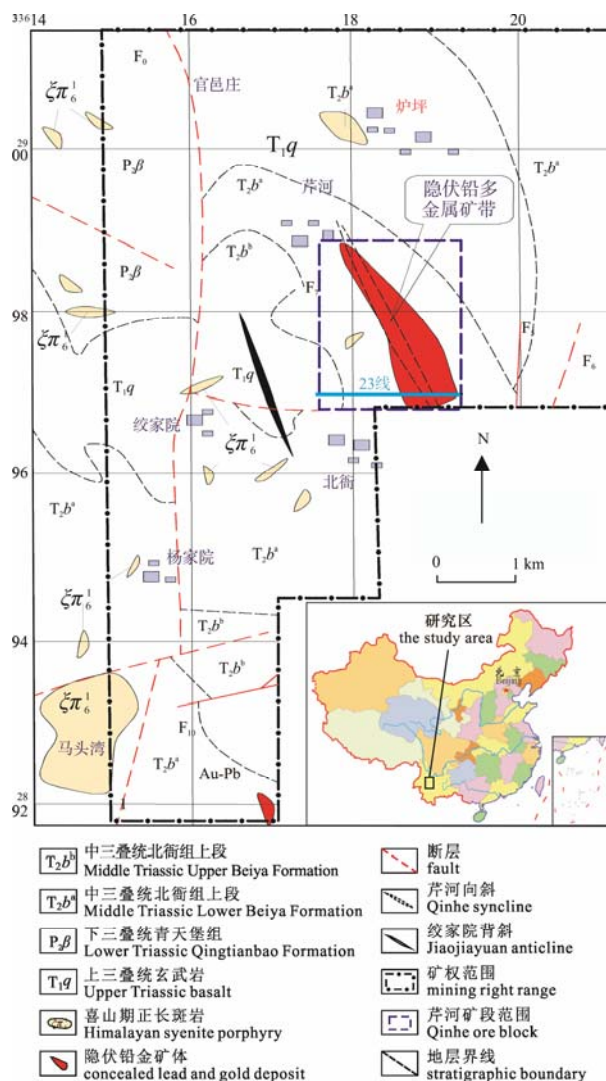


图 1 炉坪矿区地质图

Fig. 1 Geological map of the Luping ore deposit

1.50~66.57 m, 平均垂直厚 12.70 m。从剖面上看, 矿体厚度在向斜核部处增厚, 两翼变薄。走向上厚度变化不明显。矿体平均品位 Pb 2.66%、Au 0.68 g/t、Ag 44.0 g/t、Zn 0.43%。

2 矿石矿物特征

炉坪铅多金属矿床矿石类型有硫化矿、混合矿和氧化矿, 以混合矿和氧化矿为主, 仅 V Au 矿体由硫化矿组成, I-1Pb、IV Pb 矿体部分由硫化矿组成, 其它矿体由混合矿和氧化矿组成。

表 1 炉坪矿区矿体基本特征一览表
Table 1 Basic Characteristics Table of Ore-bodies in Luping Deposit

矿体编号	I -1Pb	I -2Pb	I -3Pb	II -1Pb	II -2Pb	IIIPb	IVPb	V Au
形 态	透镜体状	似层状	似层状	似层状	似层状	似层状	透镜体状	带状
产 状		255°∠0~10°	75°∠5°	260°∠0°~10°	260°∠0°~10°	285°∠0°~5°		60°∠50°~60°
长	断续分布 920	1600	400	760	900	600	> 80	230
规模	延深	80~250	250~400	80~400	80~650	80~320	80~400	100
/m	垂直厚度 (平均厚)	1.50~32.04 (7.68)	1.5~66.57 (12.70)	1.35~9.56 (4.81)	1.50~26.06 (6.91)	2.08~15.75 (5.67)	1.50~31.86 (6.87)	10.83 1~10.35
分布标高/m	1570~1710	1610~1750	1740~1800	1670~1730	1720~1810	1770~1830	1630~1670	1700
矿石类型	硫化矿、混合矿	部分混合矿， 部分氧化矿	氧化矿为主， 少量混合矿	氧化矿为主， 少量混合矿	全部氧化矿	全部氧化矿	硫化矿、混合矿	硫化矿
主要 赋矿岩石	菱铁矿化 构造角砾岩	菱铁矿化(褐铁矿化) 构造角砾岩	菱铁矿、褐铁矿 构造角砾岩	褐铁矿化 构造角砾岩	褐铁矿构造角砾岩、 碎裂状泥质灰岩	铅矿化泥质灰岩	菱铁矿化构造 角砾岩	硅化砂岩 构造角砾岩
顶/底板	构造角砾岩/	砾状灰岩、构造角砾	砾状灰岩/	构造角砾岩/	泥质灰岩/构造角砾	白云质灰岩/	砾状灰岩/	构造角砾岩
围岩	砂岩、构造角砾岩	岩/构造角砾岩、砂岩	构造角砾岩	泥质灰岩	岩	铅矿化泥质灰岩	构造角砾岩	

注：据云南省有色地质局地质勘查院，2012。

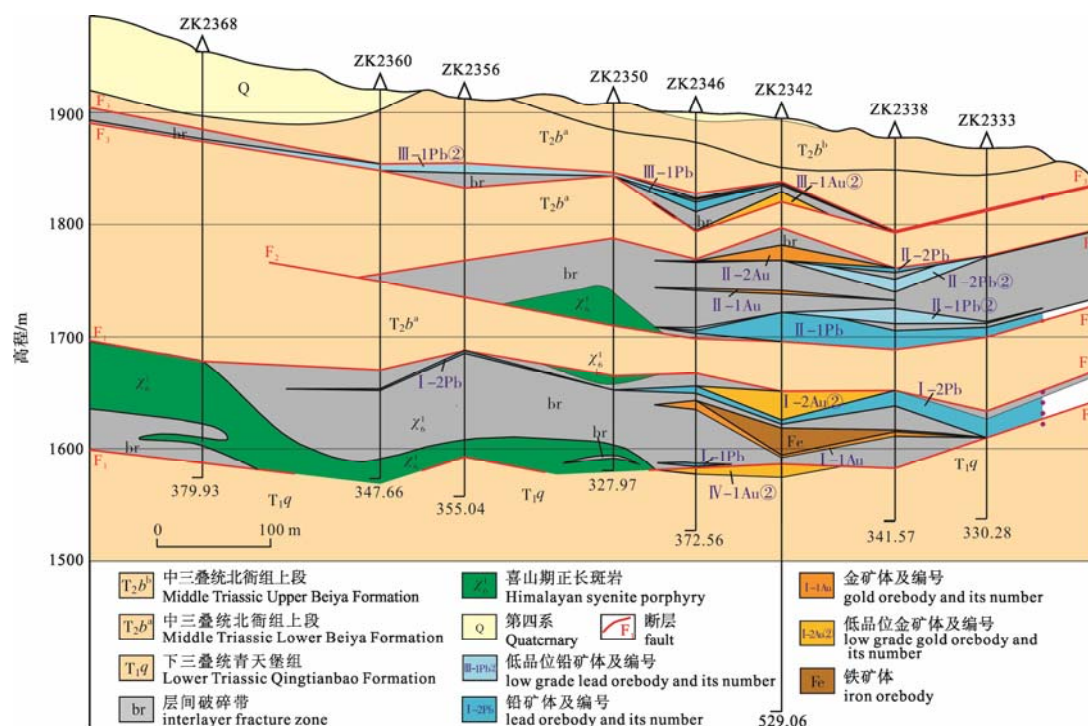


图2 炉坪矿区芹河矿段23号勘探线地质剖面图

Fig. 2 Geological section along No. 23 exploration line of Qinhe ore block in the Luping ore deposit

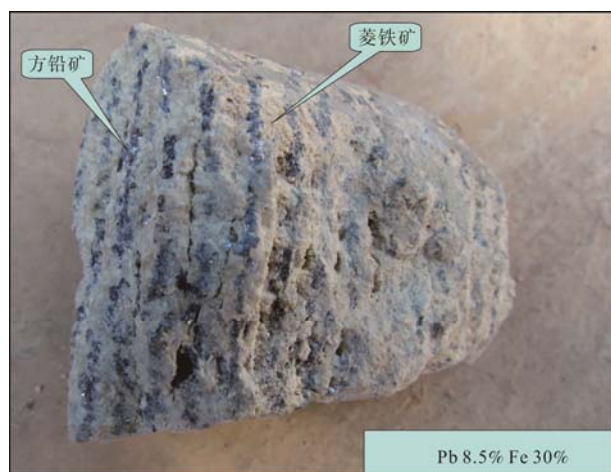


图3 硫化铅矿石标本

Fig. 3 Specimen of lead sulfide ore

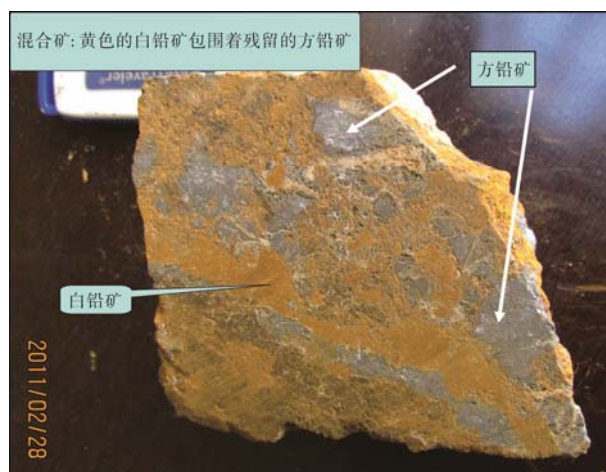


图4 氧化铅矿石标本

Fig. 4 Specimen of oxidized lead ore

2.1 硫化矿石特征

硫化矿石呈粒状, 自形晶、假象结构; 浸染星点状、角砾状、团块状构造, 局部为脉状、块状构造。矿石主要有用组份为铅, 伴共生金、银、铁、铜、锌; 矿石矿物有方铅矿、菱铁矿, 部分白铅矿、褐铁矿、黄铁矿、磁黄铁矿, 少量闪锌矿、黄铜矿等; 脉石矿物主要为方解石, 部分石英, 长石、白云石、重晶石等(图3)。

2.2 氧化矿石特征

氧化矿石主要呈粉末状、粒状, 半自形晶、假

象结构; 土状、薄膜状、浸染星点状、团块状、蜂巢状残留构造, 局部为块状构造。矿石主要有用组份为铅, 伴共生金、银、锌、铁等; 矿石矿物主要为白铅矿、褐铁矿, 部分方铅矿、菱铁矿、闪锌矿、铅矾、砷矾等; 脉石矿物为方解石、石英, 长石、白云石、重晶石等(图4)。

2.3 主要矿石矿物特征

方铅矿: 他形、半自形晶质及其集合体, 多数呈不规则的团块状产出, 其粒径一般为 0.5~1.00 mm; 少数呈浸染状、零星状分布, 粒径为 0.02~0.1 mm 不

等(图 5)。

白铅矿: 他形粒状晶集合体, 呈大小不等的晶粒状、圆粒状、棱角状等形态分布; 部分以他形晶及其集合体交代方铅矿、黄铜矿(图 6)。

褐铁矿: 隐晶质集合体, 主要呈细脉状产出, 胶状结构, 网状、脉状和窝峰状构造。部分褐铁矿中有微细的铅包裹物和吸附铅存在, 形成褐铁矿、氧化铅及菱铁矿的混合集合体(图 5、6)。

菱铁矿: 他形集合体, 粒径一般为 0.03~0.3 mm, 在岩石中呈不规则的团粒、团块状产出(图 5)。

闪锌矿: 他形晶及其集合体, 粒径一般为 0.05~0.2 mm, 集合体达到 1~2 mm, 呈浸染状—斑状不均匀分布于岩石中(图 5)。

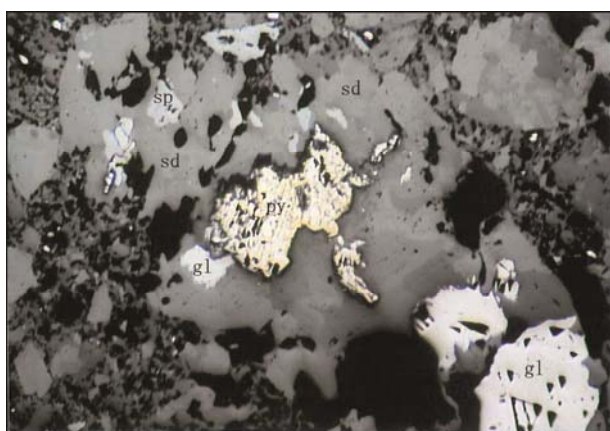


图 5 硫化矿石光片显微照片(反光 77×(—))

Fig. 5 Microphotograph of polished section of sulfide ore (reflected light 77×(—))

gl-方铅矿; sp-闪锌矿; py-黄铁矿; sd-菱铁矿
gl- galena; sp-sphalerite; py-pyrite; sd-siderite



图 6 氧化矿石光片显微照片(反光 11×(—))

Fig. 6 Microphotograph of polished section of oxidized-ore (reflected light 11×(—))

cer-白铅矿; go-褐铁矿; py-黄铁矿
cer-cerussite; go-limonite; py-pyrite

黄铁矿: 微晶质及其集合体, 颗粒细小, 粒径 < 0.005 mm; 集合体呈团粒状, 粒径约 0.05~0.1 mm; 多以集合体及不规则的团块状不均匀、零散地分布于灰岩中(图 5、6)。

3 矿物组分赋存状态

经物相分析(表 2), 铅、金、铁、锌组分在各种矿物中的分布具有以下特征。

3.1 硫化矿石矿物组分特征

铅主要赋存在方铅矿中, 其所含的铅占总铅量的 79.52%。铁主要赋存在菱铁矿、赤铁矿和褐铁矿中, 其次为硫化铁, 菱铁矿中所含的铁占总铁量的 43.62%, 赤铁矿和褐铁矿中所含的铁占总铁量的 33.50%, 硫化铁中所含的铁占总铁量的 16.38%, 三者合计占总铁量的 93.50%(图 7)。

3.2 混合矿石和氧化矿石矿物组分特征

铅主要赋存在白铅矿、方铅矿中, 白铅矿中所含的铅占总铅量的 56.68%, 方铅矿中所含的铅占总铅量的 22.87%, 二者合计占总铅量的 79.55%。铁主要赋存在赤铁矿、褐铁矿中, 其含铁量占总铁量的 93.59%。锌含量较低, 主要赋存在氧化物及非闪锌矿、硫酸锌的其他形态矿物中(图 7)。金主要以连生

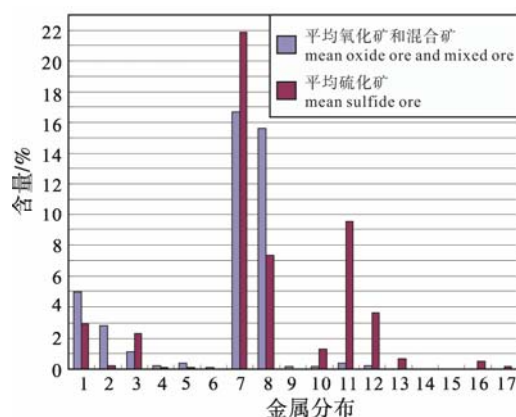


图 7 氧化矿和混合矿、硫化矿中各金属含量对比柱状图

Fig. 7 Columnar section of metal content of oxidized and mixed ores as well as sulfide ores in the Luping ore deposit

1-铅(Pb); 2-白铅矿中的 Pb; 3-方铅矿中的 Pb; 4-磷(砷)氯铅矿中的 Pb; 5-铅矾中的 Pb; 6-铁铅矾及其它形态铅矿物中的 Pb; 7-全铁(TFe); 8-赤铁矿、褐铁矿中的 TFe; 9-磁性铁中的 TFe; 10-硅酸铁中的 TFe; 11-菱铁矿中的 TFe; 12-硫化铁中的 TFe; 13-锌(Zn); 14-硫化锌中的 Zn; 15-硫酸锌中的 Zn; 16-其它形态矿物中的 Zn; 17-总氧化物中的 Zn

1-lead (Pb); 2-lead in cerussite; 3-lead in galena; 4-lead in pyromorphite; 5-lead in anglesite; 6-lead in iron anglesite and other forms of lead minerals; 7-total iron (TFe); 8-TFe in limonite and hematite; 9-TFe in magnetite; 10-TFe in iron silicate; 11-TFe in siderite; 12-TFe in iron sulfide; 13-zinc (Zn); 14-zinc in zinc sulfide; 15- zinc in zinc sulfate; 16-zinc in other forms of minerals; 17- zinc in total oxides

表 2 炉坪矿区部分矿物物相分析结果表
Tab. 2 Table of Part Results on Ore Microscopy Analysis in Luping Deposit

样品分析编号	矿石类型	Pb/10 ⁻²	白铅矿中的	方铅矿中的	磷(砷矿)氯铅	铅矾中的	铁铅矾及其它形态	全铁(TFe)	赤铁矿、褐铁矿	磁性铁中的	硅酸铁中的	菱铁矿中的	硫化铁中的	
		Pb/10 ⁻²	Pb/10 ⁻²	矿中的 Pb/10 ⁻²	Pb/10 ⁻²	铅矿物中的 Pb/10 ⁻²	/10 ⁻²	中的 TFe/10 ⁻²	TFe/10 ⁻²	TFe/10 ⁻²	TFe/10 ⁻²	TFe/10 ⁻²	TFe/10 ⁻²	
11Y0170001	氧化矿和混合矿	10.80	6.62	2.15	0.51	0.95	0.32	10.53	10.26	0.12	0.02	0.10	0.07	
11Y0170002		27.79	15.73	8.17	0.98	2.45	0.34	23.70	23.09	0.06	0.19	0.16	0.12	
11Y0170003		3.77	1.34	0.82	1.08	0.084	0.24	32.52	32.08	0.03	0.10	0.07	0.10	
11Y0170004		0.087	0.027	0.012	0.025	0.021	0.002	7.50	1.94	0.16	0.32	4.63	0.49	
11Y0170007		6.84	4.51	1.12	0.39	0.65	0.032	8.03	7.82	0.12	0.00	0.04	0.02	
11Y0170008		2.18	1.38	0.29	0.16	0.11	0.11	7.14	6.86	0.07	0.01	0.04	0.13	
11Y0170016		1.75	1.05	0.17	0.13	0.12	0.18	9.23	7.24	1.49	0.00	0.06	0.33	
11Y0170017		2.35	1.42	0.34	0.12	0.19	0.16	4.82	4.44	0.22	0.01	0.04	0.08	
11Y0170027		4.70	1.87	2.08	0.42	0.15	0.055	30.90	30.36	0.04	0.06	0.16	0.08	
11Y0170033		2.52	1.20	0.61	0.21	0.22	0.18	4.96	4.68	0.04	0.02	0.06	0.04	
11Y0170034		14.69	8.96	3.10	0.49	1.77	0.19	9.62	8.66	0.74	0.01	0.04	0.09	
11Y0170035		3.99	2.61	0.21	0.26	0.81	0.075	3.72	3.43	0.07	0.01	0.07	0.03	
11Y0170040		4.50	1.80	1.30	0.52	0.12	0.52	41.61	41.19	0.08	0.03	0.03	0.07	
11Y0170041		4.84	2.00	1.44	0.60	0.14	0.47	42.78	42.30	0.11	0.04	0.10	0.09	
11Y0170042		4.30	2.98	0.61	0.20	0.21	0.085	12.48	11.90	0.04	0.18	0.03	0.14	
11Y0170054		3.03	1.98	0.48	0.33	0.061	0.021	24.01	23.37	0.04	0.32	0.06	0.11	
11Y0170055		1.95	1.20	0.40	0.17	0.058	0.009	15.48	14.63	0.02	0.28	0.16	0.16	
11Y0170056		1.62	0.60	0.74	0.10	0.062	0.008	14.01	10.99	0.02	0.95	1.47	0.54	
11Y0170057		2.91	1.91	0.40	0.23	0.21	0.011	16.67	15.49	0.02	0.57	0.09	0.20	
11Y0170058		3.54	2.23	0.33	0.53	0.14	0.050	33.86	33.17	0.02	0.33	0.07	0.15	
11Y0170067		0.21	0.065	0.011	0.041	0.055	0.015	10.15	9.16	0.02	0.36	0.10	0.49	
11Y0170068		0.29	0.053	0.068	0.077	0.057	0.004	3.67	0.80	0.02	0.44	0.71	1.68	
平均		4.94	2.80	1.13	0.25	0.39	0.14	16.70	15.63	0.16	0.19	0.38	0.24	
11Y0170069	硫化矿	4.35	0.22	3.53	0.17	0.13	0.007	12.84	4.28	0.02	0.34	4.21	3.89	
11Y0170073		0.31	0.057	0.092	0.085	0.058	0.013	22.85	3.64	0.02	3.20	8.14	7.70	
11Y0170074		3.25	0.21	2.73	0.18	0.065	0.016	31.51	8.71	0.04	2.10	12.94	7.69	
11Y0170075		2.67	0.45	1.86	0.13	0.13	0.013	24.92	8.85	0.02	0.69	13.49	1.80	
11Y0170076		4.98	0.31	4.14	0.15	0.14	0.011	23.54	10.49	0.02	0.49	10.71	1.77	
11Y0170077		3.81	0.31	3.19	0.13	0.14	0.009	22.86	10.01	0.02	0.72	10.38	1.62	
11Y0170078		7.41	0.64	6.14	0.20	0.28	0.007	29.00	12.63	0.02	0.21	15.11	0.95	
11Y0170079		1.38	0.085	1.09	0.097	0.072	0.011	14.20	5.02	0.02	0.81	6.60	1.42	
11Y0170080		1.02	0.092	0.70	0.095	0.076	0.013	12.57	3.57	0.02	1.07	6.82	1.01	
11Y0170082		0.81	0.15	0.45	0.12	0.063	0.016	19.81	4.92	0.02	2.17	7.26	5.35	
11Y0170083		2.23	0.19	1.72	0.18	0.084	0.023	26.29	8.42	0.02	2.55	9.12	6.14	
平均		2.93	0.25	2.33	0.14	0.11	0.01	21.85	7.32	0.02	1.30	9.53	3.58	
		金(Au)/10 ⁻⁶	硅酸盐中的	连生体金中	单体自然金中	硫化物中	碳酸盐中的	Au/10 ⁻⁶	氧化铁中的	锌(Zn) (10 ⁻²)	硫化锌中的	硫酸锌中的	其它形态矿物	总氧化物中
		Au/10 ⁻⁶	Au/10 ⁻⁶	的 Au/10 ⁻⁶	的 Au/10 ⁻⁶	的 Au/10 ⁻⁶			的 Au/10 ⁻⁶		Zn/10 ⁻²	Zn/10 ⁻²	中的 Zn/10 ⁻²	的 Zn/10 ⁻²
11Y0170001	氧化矿和混合矿	2.40	<0.05	1.38	0.62	0.18	0.18	<0.05	0.37	0.005	0.00	0.00	0.23	0.14
11Y0170002		3.84	<0.05	2.74	0.14	0.34	0.38	0.06	0.68	0.008	0.00	0.00	0.51	0.16
11Y0170003		1.32	<0.05	1.05	<0.05	0.23	0.07	<0.05	1.67	0.008	0.00	0.00	1.28	0.32
11Y0170004		0.06	<0.05	0.00	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.030	0.009	0.00	0.00	0.01	0.01
平均		1.91	<0.05	1.29	0.22	0.2	0.17	<0.05	0.69	0.008	0.00	0.00	0.51	0.16

注：测试单位：西南冶金地质测试中心、国土资源部昆明矿产资源监督检测中心, 2011。

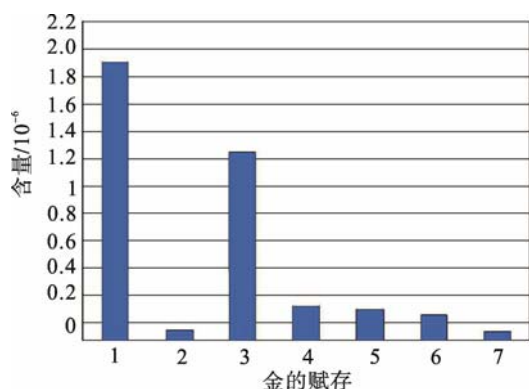


图 8 氧化矿和混合矿中 Au 赋存状态对比柱状图

Fig. 8 Columnar section of modes of occurrence of gold in oxidized and mixed ores from the Luping ore deposit

1-金(Au); 2-硅酸盐中的 Au; 3-连生体金中的 Au; 4-单体自然金中的 Au; 5-硫化物中的 Au; 6-碳酸盐中的 Au; 7-氧化铁中的 Au
1-gold (Au); 2-Au in silicate; 3-Au in intergrowth gold;
4-Au in simple native gold; 5- Au in sulfide; 6-Au in carbonate;
7-Au in iron oxides

体游离金的形式存在, 占总金量的 67.54%, 其次是单体游离自然金和赋存于硫化物和碳酸盐中的包裹金, 氧化铁中包裹金含量很少(图 8)。

3.3 银的赋存状态

物相分析尚未查到银的独立矿物存在, 据选矿试验结果, 矿石中 64.3%的银回收在铅精矿和锌精矿中, 银应是以类质同相的形式存在于铅、锌矿物中。

4 结论

(1)云南鹤庆炉坪铅多金属矿床就是该富碱斑岩带内新发现的一个隐伏矿床, 矿体沿中三叠统北衙组灰岩与下三叠统腊美组砂泥岩层间及中三叠统北衙组灰岩内层间破碎带产出, 它位于北衙超大型金矿床北部, 属北衙金多金属矿田斑岩-热液成矿体系的组成部分(崔银亮等, 2003; 晏建国等, 2010), 是该成矿体系中的新类型矿床。

(2)矿床矿石类型有氧化矿、混合矿、硫化矿, 整个矿床中以氧化矿为主(李元等, 1999)。

(3)矿床主金属铅主要赋存在白铅矿、方铅矿中, 伴生有用组分金主要以连生体金的形式存在, 伴生有用组分银主要以类质同相的形式存在于铅、锌矿物中, 伴生有用组分铁主要赋存在赤铁矿、褐铁矿、菱铁矿中, 伴生有用组分锌品位较低。

(4)根据矿石的矿物学特点分析, 云南鹤庆炉坪铅多金属矿床主金属铅的利用有一定难度, 但有利于金、银的利用, 应加强主金属铅的选矿工艺研究, 同时完善银的赋存状态查定。

参考文献:

- 崔银亮, 晏建国, 陈贤胜. 2003. 滇西北衙金矿床找矿标志和找矿模式研究[J]. 黄金, 24(7): 7-10.
- 崔银亮. 2003. 云南省与富碱斑岩有关的金矿床围岩蚀变特征和找矿前景[J]. 矿产与地质, 17(s1): 369-372.
- 豆松, 刘继顺, 郭远生, 陈明伟, 梁秋源. 2013. 云南鹤庆炉坪铅多金属矿床地质特征及找矿方向[J]. 矿产勘查, 待刊.
- 胡祥昭, 万方. 1995. 滇西富碱花岗斑岩的岩石学与成因[J]. 中国有色金属学报, 5(1): 1-3.
- 胡祥昭. 1996. 扬子地台西缘富碱斑岩特征与成矿专属性[J]. 中南工业大学学报, 27(2): 129-131.
- 李光斗, 念红, 张道红, 王峰, 孙德瑜, 严健. 2010. 扬子地台西缘富碱斑岩铜金多金属矿床成矿条件及找矿前景[M]. 北京: 地质出版社: 1-301.
- 李元, 秦德先, 黎诚. 1999. 北衙金矿的氧化特征及找矿意义[J]. 昆明理工大学学报, 24(1): 120-124.
- 刘景虹, 李如良. 1991. 云南鹤庆北衙金矿地质特征及成因机制探讨[J]. 西南矿产地质, 5(2): 50-54.
- 晏建国, 崔银亮, 陈贤胜. 2003. 云南省北衙金矿床成矿预测和靶区优选[J]. 地质与勘探, 39(1): 10-13.
- 晏建国, 崔银亮, 李家盛. 2010. 云南北衙超大型金矿床地质及找矿模式[M]. 昆明: 云南科技出版社: 1-80.
- 云南省地质矿产开发局. 1990. 云南省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社: 1-728.
- 云南省有色地质局地质勘察院. 2012. 云南省鹤庆县炉坪矿区芦河矿段金铅矿勘探报告[R]. 昆明: 云南省有色地质局地质勘察院.
- 张道红, 张学书, 杨艳, 严健, 杨平. 2013. 扬子地台西缘富碱斑岩的岩石地球化学特征及找矿前景[J]. 地球学报, 34(s1): 168-176.

References:

- Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development of Yunnan Province. 1990. Regional geology of Yunnan Province[M]. Beijing: Geological Publishing House: 1-728(in Chinese).
- CUI Yin-liang, YAN Jian-guo, CHEN Sheng-xian. 2003. The prospecting mark and mode of Beiya Gold Deposit in Western Yunnan[J]. Gold: 24(7): 7-10(in Chinese with English abstract).
- CUI Yin-liang. 2003. The Alteration of Country Rocks and Outlook for Ore Prospecting of the Gold Deposits Related to Alkali-rich Porphyry in Yunnan Province[J]. Mineral Resources and Geology, 17(s1): 369-372(in Chinese with English abstract).
- DOU Song, LIU Ji-shun, GUO Yuan-sheng, CHEN Ming-wei,

- LIANG Qiu-yuan. 2013. The Prospecting Direction and Geological Characteristics of Luping Au multimetallic deposit in heqing, yunnan[J]. Mineral exploration, in press(in Chinese with English abstract).
- HU Xiang-zhao, WAN Fang. 1995. Petrology and genesis of the alkali rich porphyry in the western Yunnan[J]. The Chinese Journal of Nonferrous Metals, 5(1): 1-3(in Chinese with English abstract).
- HU Xiang-zhao. 1996. Yangize Platfrom West Ernmargin's alkali-rich porphyry[J]. J. Cent. South Univ. technol., 5(1): 1-3(in Chinese with English abstract).
- Institute of Geological Exploration, Yunnan Nonferrous Metals Geological Bureau. 2012. The gold and lead ore exploration report of Qin River Ore Section of Luping Mining Area in Heqing County, Yunnan[R]. Kunming: Institute of Geological Exploration, Yunnan Nonferrous Metals Geological Bureau(in Chinese).
- LI Guang-dou, NIAN Hong, ZHANG Dao-hong, WANG Feng, SUN De-yu, YAN Jian. 2010. Metallogenic Condition and Prospecting Potential of the Western Margin of Yangtze Platform Alkali Rich Porphyry Cu-Au Polymetallic Ore Deposit[M]. Beijing: Geological Publishing House: 1-301(in Chinese).
- LI Yuan, QIN De-xian, LI Cheng. 1999. The Characteristics of Oxidation and Prospecting Significance of Beiya Gold Deposit[J]. Journal of Kunming University of Science and Technology, 24(1): 120-124(in Chinese with English abstract).
- LIU Jing-hong, LI Ru-liang. 1991. A Discussion on the geological characteristics and formation mechanism of Heqing Beiya gold deposit in Yunnan [J]. Southwest of Geology and Mineral Resources, 5(2): 50-54(in Chinese with English abstract).
- YAN Jian-guo, CUI Yin-liang, CHEN Xian-sheng. 2003. Metallogenic Prognosis and Targetoptimum at Beiya Gold Deposit in Yunnan Province, China[J]. Geology and Prospecting, 39(1): 10-13.
- ZHANG Dao-hong, ZHANG Xue-shu, YANG Yan, YAN Jian, YANG Ping. 2013. Petrogeochemical Characteristics and Ore-hunting Prospect of Alkali-rich Porphyries on the Western Margin of the Yangtze Platform[J]. Acta Geoscientica Sinica, 34(s1): 168-176(in Chinese with English abstract).
- YAN Jian-guo, CUI Yin-liang, LI Jia-sheng. 2010. Geological and prospecting model of the super large gold deposit in Beiya, Yunnan[M]. Kunming: Yunnan Science and Technology Press: 1-80(in Chinese).