

云南富宁弄楼岩体岩相特征及成矿阶段划分

黄庆,李波,周文龙,刘明

(昆明理工大学国土资源工程学院地球科学系,云南 昆明 650093)

摘要:富宁弄楼岩体由边缘向中心依次为致密的辉绿岩相-中细粒橄榄辉长苏长岩相-细粒辉长苏长岩相-中细粒岗纹辉长岩相-中粗粒岗纹闪长岩相。基性-超基性岩浆岩是区内铜镍矿床的母岩,具有良好的分异现象。弄楼铜镍矿床中硅酸盐矿物主要为橄榄石、辉石,少量斜长石和角闪石,极少量的云母、方解石,金属硫化物为磁黄铁矿、镍黄铁矿、黄铜矿、磁铁矿,还含有少量的钛铁矿和方铅矿。结合矿石矿物组合及结构构造、矿体产出特征等研究,矿床形成主要经历了岩浆成矿期-构造-变质热液成矿期,而岩浆成矿期又分为早期岩浆熔离-结晶分异阶段-岩浆晚期成矿阶段-矿浆贯入成矿阶段-岩浆期后热液成矿阶段。矿床为岩浆熔离-结晶分异,后期热液叠加形成的矿床。

关键词:岩相;矿物;成矿期;成矿阶段

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2013.04.014

中图分类号:P616 文献标识码:A 文章编号:1000-6532(2013)04-0052-05

富宁基性-超基性岩成矿带中,分布大量规模不等的铜镍硫化物矿化点,矿化点与扬子准地台与华南加里东褶皱带的过渡带分布的一系列基性-超基性小岩体伴生,从西向东有:牙牌、坡地、腊兰、那孟、尾洞、弄楼、莫勺-坡东山、拉谢、玉林、尉上、瓦窑、安定,该成矿带受到国内外学者的广泛关注,2002年香港大学教授周美夫在富宁地区开展了地球化学特征研究。但该区相对金川、红旗岭、喀拉通克、白马寨等国内中型-大型硫化物矿床,研究程度还是较低。

本文根据野外调查和室内研究,从岩相、矿石矿物特征及成分方面进行较为系统的详细的工作,目前已初步探明的矿种有金、锑、钛、铁、锰、煤等20多种金属和非金属矿种。

1 区域地质特征

研究区位于富宁地区,地处扬子准地台与华南加里东褶皱带的过渡带,夹持在康滇、越北、江南三大古陆之间的金三角地区。处于二级构造单元个旧-右江盆岭区中南段,三级构造单元广南-富宁裂陷槽南东段。裂陷槽西以丘北-理达断裂为界,东与广西百色拗陷相连,南经广西那坡与越南相通,裂陷槽为盆岭裂谷系的盆堑区,以深度拗陷为特征。

区内岩浆岩较为发育,颇为复杂,分布于富宁周围广大地区,故有人命名为“富宁岩区”。

1.1 岩浆岩

矿区范围出露皆为碱性基性岩类,以钛辉辉长辉绿岩相($v\text{-}\beta_{ua}$)最为发育,共有大岩体三个,最大岩体长5km,宽160~1500m,呈岩床状产出。其余两个呈短轴不规则状,产状与地层一致。由外至内,大致可分为钛辉辉绿岩相(β_{ua})和钛辉辉长辉绿岩相($v\text{-}\beta_{ua}$)两个相带。岩性为钛辉绿岩和钛辉长辉绿岩。

岩石矿物成分由斜长石65%左右,普通辉石25%~29%,绿泥石3%~5%,钛铁矿、磁铁矿1.6%~5%,橄榄石(少于20%)组成,长石呈嵌晶形成辉长、辉绿结构,块状构造。金属矿物呈薄片或不规则树枝状穿插于辉石和长石晶体中,部分呈他形粒状分布于辉石晶体中。岩石蚀变有蛇纹石化、黝帘石化、绢云母化、绿泥石化等。

矿区于成矿有“半瓦型”碱性基性岩和“安定型”基性岩先后顺层侵入,以后,又有各种岩脉相继侵入与铜镍矿有关的母岩主要是“安定型”基性岩,其次是各种脉岩。分述如下:

(1)“安定型”基性岩:“安定型”基性岩是该区主要的成矿母岩,于中三叠世侵入,岩体成岩床状,

分异良好,自边部到中心可以分成五个相带,各相带 岩相名称特征综合列表如下(表1)

表1 安定型各相带岩相特征

Table 1 The petrographic characteristics of the different Anding type phase belts

岩相名称	岩石结构	矿物组成及含量
辉绿岩	辉绿结构	灰绿色,细粒或致密块状,斜长石 30% ~ 50%,辉石和角闪石 20% ~ 30%,磁铁矿 5% ~ 6%,黑云母少量。
橄榄辉长苏长岩	不等粒辉长结构, 嵌晶含长结构	暗色,中粒块状,橄榄石 15% ~ 35%,单斜辉石(主)和斜方辉石(次) 18% ~ 40%,斜长石 25% ~ 45%,黑云母少量,硫化物 0.4% ~ 4%
辉长苏长岩	辉长结构	灰色,细粒状,斜方辉石 15% ~ 20%,单斜辉石 25% ~ 30%,斜长石 50%,黑云母、角闪石 3% ~ 4%,磁铁矿 1% ~ 3%,硫化物少量。
岗纹辉长岩	辉长结构,显微纹象结构	浅色,中细粒,斜长石 55% ~ 60%,单斜辉石 30%,角闪石 5%,石英和正长石 3% ~ 5%,磁铁矿 1% ~ 2%。
岗纹闪长岩	辉长结构,显微文象结构	灰绿色,中一粗粒,斜长石 70% ~ 75%,辉石 5% ~ 10%,角闪石 10%,石英和辉长石 10%,黑云母、磁铁矿少量。

(2)辉绿岩脉:为“安定型”岩浆岩派生的脉岩,生成时间晚于“安定型”岩体,常沿“安定型”岩体接触带或构造带分布,其岩性特征与“安定型岩体边缘相辉绿岩相似。其中含有浸染状磁黄铁矿、镍黄铁矿,局部富集的地方,铜镍达到工业品位。

(3)辉长橄榄岩脉:亦为“安山型”岩浆活动派生的脉岩,生成时间晚于辉绿岩脉,沿断裂分布,岩石强烈蚀变,呈暗绿色,粒状或致密状结构,橄榄石常为蛇纹石,辉石,角闪石交代,占 20% ~ 70%,普通辉石占 10% ~ 35%,斜长石占 15% ~ 40%,角闪石和黑云母少量。次生矿物有蛇纹石、绿泥石、黝帘石、滑石等,硫化物浸染状,占 1% ~ 5%。

(4)辉长辉绿岩脉:亦为“安山型”岩浆活动派生的脉岩,生成时间晚于辉绿岩脉,沿断裂分布,灰绿色,致密块状具含长结构或辉长辉绿结构,斜长石占 35% ~ 40%,普通辉石点 40%,黑云母和钛铁矿少量,硫化物以磁黄铁矿为主,镍黄铁矿和黄铜矿次之,成密集浸染状,产于硅酸盐矿物颗粒间或交代硅酸盐矿物,彼此相连,占 3% ~ 30% 组成长数十米,厚 1 ~ 10 余米的透镜状矿体。

1.2 围岩蚀变

研究区基性岩体与围岩明显呈侵入接触关系,主要为接触变质作用,接触带的岩性以上二叠统吴家坪组(P_2w)泥灰岩、砂泥岩为主,岩体与灰岩接触蚀变有大理岩化、角岩化、硅化、绿泥石化等;砂、泥岩中无明显蚀变,保持原砂泥质结构。岩体中有弱的钠黝帘石化,绿泥石化,蛇纹石化等。

镍(铜伴生)矿体呈似层状或透镜状赋存于橄榄辉长岩或橄榄辉长苏长岩中,规模较大,厚度稳定,矿体与围岩界线不甚清楚,由浸染状,星点状矿石组成,但在产状变陡处厚度亦大,底部往往有熔离

致密块状矿体,一般多为浸染状贫矿(化),其次产出受岩体形态制约,常见分枝复合现象,规模较小,多为浸染状贫矿,局部可见到贯入的角砾状富矿。含矿(镍矿)母岩蚀变强烈;矿体与围岩界线不清,以浸染状贫矿为主,有自上而下变富趋势,局部因热液叠加作用而成富矿。矿体围岩蚀变有蛇纹石化、钠黝帘石化、绿泥石化、滑石化、碳酸盐化等。

2 矿石类型、成分及结构构造

富宁弄楼岩体铜镍矿床中矿物主要有磁黄铁矿(黄铁矿、白铁矿)、镍黄铁矿(紫硫镍铁矿)和黄铜矿,含少量的钛铁矿。

2.1 矿石类型

富宁弄楼岩体铜镍矿床中的矿石类型为:①星点状矿石;②局部海绵陨铁状矿石、海绵陨铁状矿石、稠密浸染状矿石;③块状矿石、半块状矿石;④变余海绵陨铁状矿石;⑤脉状-细脉状矿石、云雾状矿石、浸染状矿石等。随着星点状矿石、局部海绵陨铁状矿石、海绵陨铁状矿石、块状矿石从早到晚依次形成,其金属矿物含量逐渐增加,其中金属氧化物的含量相对减少,硫化物相对增高。同时,硫化物中的镍矿物含量相对逐渐减少,而磁黄铁矿(黄铁矿)和铜矿物含量增加。

2.2 矿石成分

采用电子探针对矿物微区成分进行分析,并对获得的背散射电子图像和点扫描能谱图做初步分析,可以得到以下认识:

弄楼铜镍矿床中硅酸盐矿物主要为橄榄石、辉石,少量斜长石和角闪石,极少量的云母、方解石,金属硫化物为磁黄铁矿、镍黄铁矿、黄铜矿、磁铁矿,还含有少量的钛铁矿和方铅矿。黄铜矿有独立存在的

矿物,也有与磁黄铁矿,镍黄铁矿,磁铁矿、钛铁矿交代存在,镍黄铁矿有独立存在的,极少数部分可有 Bi 出现,金属矿物主要赋存于 Mg 橄榄石中,Mg 橄榄石周边局部见少量的拉长石。沿细脉状磁铁矿边缘有 Mg 橄榄石分布,且越靠近磁铁矿 Mg 含量降低,Fe 含量升高。

富宁弄楼岩体铜镍矿床矿石成分较为复杂。其特点为岩浆期后热液作用形成的金属矿物叠加在早

期岩浆作用形成的矿物组合之上。特别是含镍硫化物、砷化物种类的增加及碲化物、铂族矿物的出现,使矿石成分变得更加复杂。通过大量野外和镜下实际工作,结合矿石矿物电子探针成分分析结果(见表 2~4)。将富宁弄楼岩体铜镍矿床中矿石矿物成分划分为 Fe-S 系列;Fe-Cu-S 系列;Fe-Co-Ni-S 系列;Fe-Co-Ni-As 系列;文中矿物成分测

定由中国地质科学院贵阳地化研究所完成。

表 2 富宁弄楼岩体磁黄铁矿的电子探针分析结果

Table 2 The electronic probe analysis results of Funing Nonglou pyrrhotite

样品号	Fe	Cu	Ni	Co	Cr	S	Se	Pt	Pd	总量
脉状矿石	59.86	0.13	1.16	0.09	0.00	38.82	0.00	0.00	0.00	100.00
浸染状矿石	62.03	0.14	1.42	0.08	0.00	36.26	0.03	0.00	0.00	99.96
浸染状矿石	61.20	0.12	1.06	0.04	0.00	37.14	0.00	0.05	0.36	99.97
浸染状矿石	59.02	0.01	1.14	0.05	0.00	39.66	0.00	0.00	0.00	99.88
浸染状矿石	59.48	0.03	1.02	0.10	0.00	39.32	0.00	0.00	0.00	99.95
浸染状矿石	60.46	0.06	0.69	0.06	0.00	38.25	0.00	0.02	0.00	99.54

表 3 富宁弄楼岩体镍黄铁矿的电子探针分析结果

Table 3 The electronic probe analysis results of Funing Nonglou nickel pyrite

样品号	Fe	Cu	Ni	Co	Cr	S	Se	Pt	Pd	总量
浸染状矿石	29.52	0.00	35.36	1.06	0.00	34.06	0.00	0.00	0.00	100.00
浸染状矿石	29.80	0.00	36.5	0.62	0.00	33.8	0.00	0.14	0.06	100.92
浸染状矿石	28.56	0.00	35.81	0.00	0.00	33.92	0.00	0.17	1.38	99.84
浸染状矿石	30.27	0.00	34.45	0.07	0.00	35.12	0.00	0.00	0.00	99.91
脉状矿石	29.34	0.00	33.14	0.68	0.00	33.64	0.13	0.05	2.60	99.58
脉状矿石	24.86	0.00	38.47	0.83	0.00	35.26	0.00	0.16	0.44	100.02

表 4 富宁弄楼岩体黄铜矿的电子探针分析结果

Table 4 The electronic probe analysis results of Funing Nonglou chalcopyrite

样品号	Fe	Cu	Ni	Co	Cr	S	Se	Pt	Pd	总量
脉状矿石	31.20	36.03	0.00	0.02	0.00	32.23	0.00	0.00	0.46	99.94
浸染状矿石	30.42	34.27	0.00	0.00	0.00	34.91	0.00	0.00	0.35	99.95
浸染状矿石	30.59	33.93	0.00	0.04	0.05	35.39	0.00	0.00	0.00	100.00
浸染状矿石	30.31	33.12	0.00	0.05	0.00	35.47	0.00	0.04	1.03	100.02

表 4 数据来自中国科学院贵阳地化所

2.2.1 Fe-S 系列

该系列最常见的矿物为磁黄铁矿,在矿石中一般呈他形粒状聚晶,并与黄铜矿、镍黄铁矿紧密共生,磁黄铁矿均系 Co、Ni 的最主要载体矿物。根据镜下观察磁黄铁矿以单斜晶系为主。其主要是由高温六方磁黄铁矿在成矿温度降低过程中转变而来。根据磁黄铁矿成分分析(表 2),且都含一定量的 Cu、Co、Ni,且 Co、Ni 的含量具同步增长的特征。

2.2.2 Fe-Cu-S 系列

系列中以黄铜矿为代表,是铜镍矿床中的主要含铜工业矿物。其在各种类型矿石中都有产出。含量为 1%~10%。产出状态有两种:其一为半自形一他形粒状与岩浆期形成的硫化物共生;其二,呈黄

铜矿细脉。充填在早期形成的矿物裂隙中。不同产出状态的黄铜矿成分有所不同(表 4)。Cu/Ni 在脉状矿石中最高。在浸染状矿石中较低。同时脉状矿石中 Zn 的含量也高。反映出热液成因与岩浆熔离成因的黄铜矿在成分上的差异。黄铜矿中除了 Ni 含量较高以外,还普遍有 Ag 的存在,显示出贵金属与 Cu 相伴成矿。这对将来矿山资源综合利用会具有一定的实际意义。黄铜矿中主要常量元素 Cu 与 Fe 的含量基本无变化。

2.2.3 Fe-Co-Ni-S 系列

该系列矿物是矿石中主要的含镍矿物,包括镍黄铁矿、紫硫镍矿、针镍矿、辉铁镍矿、硫镍钴矿等,除镍黄铁矿主要由岩浆成矿作用形成外,其余矿物

多为岩浆期后热液作用形成。除针镍矿外均为等轴晶系矿物,呈均质性;除紫硫镍矿反射色为淡紫色外均为淡黄色;反射率都在45%~53%,差别较小;硬度均为中等硬度(表2)。

①镍黄铁矿:镍黄铁矿为矿石中最重要的镍金属矿物,与磁黄铁矿紧密共生。镜下反射色较磁黄铁矿更浅,无多色性。正交偏光下为均质性,可与磁黄铁矿相区别。最先晶出的多呈自形、半自形晶,粒度细,一般为5~10 μm 。数量较少,且被包裹在磁黄铁矿中,形成包含结构,表明其生成早于磁黄铁矿。中期的镍黄铁矿粒度增大,多为他形晶并且形态各异,与磁黄铁矿连生。较常见者呈火焰状结构、结状结构等岩浆熔离作用形成的结构,在块状矿石中尤为多见,经电子探针成分分析显示(表3),镍黄铁矿晶体化学分子式与标准分子式相似。其中普遍含银、锌。这与热液阶段成矿物质叠加有关。

②紫硫镍矿:该矿物是矿石主要的含镍矿物之一。紫硫镍矿有原生和交代两种成因。弄楼矿床中的紫硫镍矿主要由镍黄铁矿经热液交代蚀变而来,常保留镍黄铁矿的假象。如分布在磁黄铁矿边缘呈等轴半自形晶、他形粒状假象,尤以在磁黄铁矿中保持镍黄铁矿的火焰状假象最为典型。交代中释放出的 Fe^{+2} 形成的菱铁矿常充填在紫硫镍矿微裂隙中,是在氧化条件相对增高的条件下形成的。深部矿石中紫硫镍矿少见。矿物成分与镍黄铁矿相比,明显高硫、钴,低铁,反映出热液作用的特点。

2.2.4 Fe-Co-Ni-As 系列

该系列矿物中仅发现红砷镍矿,在矿石中含量很少,是岩浆期后高温热液阶段的产物。属交代成因。在铜镍矿床中较少见。

2.2.5 矿床成因探讨

结合电子探针半定量及微量元素分析,前期岩浆作用的矿物有磁黄铁矿、镍黄铁矿,后期热液叠加的矿物有黄铜矿、红砷镍矿、紫硫镍矿、针镍矿、辉铁镍矿、硫镍钴矿;因此初步推断矿床的形成经历了前期岩浆活动以及后期热液叠加活动。

2.3 矿石结构

依据矿石形成的物理化学条件、形成作用等,将富宁弄楼岩体铜镍矿床的矿石结构分成以下5种类型:①结晶作用形成的矿石结构:自形晶、半自形晶、半自形晶-他形晶结构;②固溶体分离作用形成的矿石结构:乳滴状、焰状、文象、树枝状、格架状结构;③交代熔蚀作用形成的矿石结构:熔蚀、交代残余、交错、交代格状、交代网状、残余叶片状、假象结构。

2.4 矿石构造

依据组成矿石中不同成分的金属硫化物集合体的形状、相对大小和空间分布关系等特征,结合矿床形成的地质作用,将金川矿床的矿石构造分成以下几种主要类型:星点状构造、浸染状构造、海绵陨铁状构造、条带状构造、块状构造、变余海绵陨铁状构造、网脉状构造、脉状构造、交代浸染状构造。

3 矿床成矿期、成矿阶段

综合矿体产出特征、矿石矿物组合及结构构造等的研究,结合电子探针微量成分的研究及指示作用,可将其分成以下成矿期、成矿阶段:

(1)早期岩浆熔离-结晶分异阶段:橄榄石最早结晶,自形程度较为完好,有典型的堆晶结构。辉石及其他脉石矿物充填其间。金属硫化物液态熔离,发生结晶分异和重力分异作用。主要形成星点状矿石,金属硫化物呈不规则的星点液滴状充填在橄榄石、辉石等硅酸盐矿物间。

(2)岩浆晚期成矿阶段:该阶段主要金属矿物磁黄铁矿、镍黄铁矿、黄铜矿等结晶成矿,与此同时先期结晶的造岩矿物(橄榄石、辉石)发生自变质作用。常见的矿物共生组合为磁黄铁矿-镍黄铁矿-磁铁矿,由于温度的降低,该阶段有些矿物会从固溶体中出溶,如磁黄铁矿中出溶黄铜矿,磁铁矿中出溶钛铁矿等;金属硫化物大量结晶与先期结晶的造岩矿物形成海绵陨铁构造、浸染状构造矿石,具有典型的海绵陨铁结构及固溶体分离结构。

(3)矿浆贯入成矿阶段:在深部或异地熔离分异的富硫化物矿浆,在岩浆晚期沿构造裂隙贯入先期形成的两类矿体后成矿。此阶段形成的矿体规模相对较小,但金属品位高。主要形成块状矿石,具有典型的块状构造,形成一些贯入型脉状特富矿石。该阶段形成致密块状和半块状矿石,金属硫化物的含量一般均在80%以上,矿物组合仍是以磁黄铁矿-镍黄铁矿-黄铜矿为主。

(4)岩浆期后热液成矿阶段:岩浆期后的残余气液叠加于先期形成的矿体上,主要金属矿物为黄铜矿、磁黄铁矿、镍黄铁矿、磁铁矿等,局部磁黄铁矿被磁铁矿交代,并析出磁铁矿,镍黄铁矿蚀变为紫硫镍矿等,主要形成变余海绵陨铁状矿石。该期金属硫化物主要呈细脉状沿早期粗粒出溶的金属硫化物(镍黄铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿等)边缘交代早期岩浆期形成的金属硫化物,热液交代溶蚀边缘一般较平直、圆滑,还有一些呈现出岩浆成矿与构造-热

液成矿阶段之间过渡阶段的特征。

4 结 论

(1) 岩体由边缘向中心依次为致密的辉绿岩相-中细粒橄榄辉长苏长岩相-细粒辉长苏长岩相-中细粒岗纹辉长岩相-中粗粒岗纹闪长岩相。基性-超基性岩浆岩是区内铜镍矿床的母岩,具有良好的分异现象。

(2) 通过电子探针分析获得的背散射电子图像和点扫描获得的能谱图做初步分析,弄楼铜镍矿床中硅酸盐矿物主要为橄榄石、辉石,少量斜长石和角闪石,极少量的云母、方解石,金属硫化物为磁黄铁矿、镍黄铁矿、黄铜矿、磁铁矿,还含有少量的钛铁矿和方铅矿。

(3) 结合矿石矿物组合及结构构造、矿体产出特征等研究,矿床形成主要经历了岩浆成矿期-构造-变质热液成矿期,而岩浆成矿期又分为早期岩浆熔离-结晶分异阶段-岩浆晚期成矿阶段-岩浆贯入成矿阶段-岩浆期后热液成矿阶段。

(4) 结合野外岩相分带特征,室内镜下矿物特征观察、研究与分析,再结合电子探针对其成分进行半定量及微量元素分析,有典型的岩浆熔离阶段的矿物代表,也有后期热液作用的矿物代表,可以初步

推断矿床为岩浆熔离-结晶分异,后期热液叠加形成。

参 考 文 献:

- [1] 云南省有色地质局 312 队. 云南省富宁县铜矿区地质普查报告. 1991.
- [2] 朱晖,周元昆,李迅. 云南富宁尾洞岩体铜镍矿化特征及成矿条件. 矿产勘查[J]. 2010, (1): 334-338.
- [3] 丁瑞颖,闫海青,赵焕强. 金川镍铜铂硫化物矿床成矿期次、阶段划分. 矿物学报[J]. 2011. 增刊:162-164.
- [4] 骆华宝. 岩浆型铜镍矿床中紫硫镍矿的成因矿物学研究[J]. 地质与勘探. 1994, (1): 38-40
- [5] 丁奎首,秦克章,许英霞,等. 东天山主要铜镍矿床中磁黄铁矿的矿物相型特征及其成矿意义[J]. 矿床地质, 2007, 26(1): 109-119.
- [6] 孙燕,肖渊甫,冯伟,等. 东天山香山铜镍硫化物矿床岩石矿物特征及成矿意义[J]. 中国地质, 2009, 36(4): 872-877.
- [7] Mei-Fu Zhou, Jun-Hong Zhao, Liang Qi. Zircon U-Pb geochronology and elemental and Sr-Nd isotope geochemistry of Permian mafic rocks in the Funing area, SW China. Contrib Mineral Petrol[J] 2006, (151) 1-19.
- [8] Yakubchuk, Alexander, Nikishin, Anatoly. Noril'sk-Talnakh Cu-Ni-PGE deposits, a revised tectonic model, Mineralium Deposita[J], (2004): 125-142.

Longlou Rock Petrographic Characteristics and Division of Metallogenic Epoch and Stage of Mineralization of Funing in Yunnan

HUANG Qing, LI Bo, ZHOU Wen-long, LIU Ming

(Department of Earth Sciences, Faculty of Land and Resources Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming, Yunnan, China)

Abstract: Funing rock mass from the edge to the center is the high density of diabase phase, a fine-grained olive gabbro norite facies, the middle fine-grained gabbro norite facies the middle fine-grained hillock grain gabbro phase, the middle coarse-grained in the gang wen diorite phase. The native rock of copper and nickel ore deposit in the studied area is consisted of basic - ultrabasic magmatic rock, which has a good differentiation phenomenon. The silicate minerals in Nonglou copper nickel deposit are mainly olivine and pyroxene, a small amount of plagioclase and hornblende, very small amount of mica, calcite. The metal sulfides are pyrrhotite, pentlandite, chalcopyrite, magnetite, also contains a small amount of ilmenite and galena. Combined with ore mineral combination and output structure, orebody characteristics, ore deposit formation mainly experienced magmatic ore-forming period-structure-metamorphic hydrothermal mineralization period, and magmatic ore-forming period is divided into early magmatic liquation-crystallization differentiation stage-late magmatic metallogenic stages-ore pulp injection metallogenic stages-magmatic ore-forming period after hydrothermal metallogenic stages. The form of deposit experienced from magmatic liquation-crystallization differentiation stage to the late hydrothermal superimposed period.

Key words: Lithofacies; Mineral; Ore-forming period; Metallogenic stage