

内蒙古东乌旗达勒廷查干铅锌银矿区东矿段隐爆角砾岩特征及其地质意义

韩晓平

辽宁省地质勘查院, 辽宁 大连 116100

摘 要: 达勒廷查干铅锌银矿床位于大兴安岭中段查干敖包铁、铅、锌成矿带北东段, 其赋矿围岩为上侏罗统满克头鄂博组与燕山期花岗斑岩中的超浅成酸性隐爆角砾岩体。角砾岩体从中心向外侧有较显著的岩石类型分带, 中心部位为隐爆角砾凝灰岩, 向外角砾增大, 逐渐过渡为震碎角砾岩。角砾岩蚀变强烈, 主要为高岭土化、绿泥石化、绿帘石化、绢云母化、碳酸盐化, 局部硅化强烈, 并有明显的蚀变分带现象。矿体呈脉状, 产于角砾岩体中。对本矿床隐爆角砾岩特征的研究可为矿区外围及深部找矿提供参考。

关键词: 隐爆角砾岩; 地质特征; 达勒廷查干; 内蒙古

DOI: 10.13686/j.cnki.dzyz.2016.01.008

CHARACTERISTICS AND GEOLOGICAL IMPLICATION OF THE CRYPTO-EXPLOSIVE BRECCIA IN THE DALETINGCHAGAN Pb-Zn-Ag DEPOSIT IN INNER MONGOLIA

HAN Xiao-ping

Liaoning Institute of Geological Exploration, Dalian 116100, Liaoning Province, China

Abstract: The Daletingchagan Pb-Zn-Ag ore deposit is located in the northeastern part of the Qagan Obo Fe-Pb-Zn metallogenic belt in the middle section of Daxinganlin Mountains. The wallrocks of ore are the Upper Jurassic Manketouebo Formation and the acid crypto-explosive breccia within the Yanshanian granite porphyry. The breccia body has a significant lithologic zonation, from rubble-bearing tuff at the center, with increasing of rubble size, gradually to shattered breccias in outside. The breccia is strongly altered with an obvious alteration zoning, mainly including kaolinization, chloritization, epidotization, sericitization, carbonatization and locally strong silicification. The orebodies occur as veins in the breccia body. The study of the crypto-explosive breccia will provide a significant reference for the ore prospecting in the depth and adjacent areas.

Key words: crypto-explosive breccia; geologic characteristics; Daletingchagan; Inner Mongolia

0 前言

隐爆角砾岩是指近地表超浅成 (0.5~3 km) 封闭或半封闭条件下由地下隐蔽爆发作用形成的角砾 (或圆砾) 状碎屑岩类, 岩石孔隙度大, 是成矿流体良好的通道和容矿空间, 其成岩作用常伴随热液成矿作用^[1-3]。随着越来越多与岩浆隐蔽爆破作用有关的 Au、Ag、Cu、Pb、Zn 等矿床的发现, 对隐爆角砾岩的研究长期以来备受地质学者关注, 特别是其与斑岩型矿床及浅成低温热液脉状矿床的密切联系。环太平洋成矿带上

不少国家和地区甚至把隐爆角砾岩筒的存在作为寻找斑岩型矿床的直接标志^[4]。与国外隐爆角砾岩型矿床对比研究表明, 我国东部环太平洋、天山-兴蒙、秦祁昆成矿带及华北板块南北缘具有形成该类矿床的有利条件, 是寻找该类矿床的重要区段。因此, 深入研究分析隐爆角砾岩特征及其成矿规律, 对指导该类型矿床的勘查工作具有重要的实际意义^[5]。

达勒廷查干铅锌银矿区东矿段位于大兴安岭中段华力西和燕山期铁、锌、钨、金、铅、铬成矿带^[4]。中博

收稿日期: 2015-11-15; 修回日期: 2015-12-23。编辑: 李兰英。

作者简介: 韩晓平 (1964—), 男, 高级工程师, 从事区域地质矿产调查和矿区矿产勘查工作, 通信地址 辽宁省大连市金州新区五一路 10 号, E-mail//zxy8008@163.com

克图-朝不楞钨、铁、铅、锌成矿亚带⁽⁴⁾之朝不楞-查干敖包铁、铅、锌成矿带⁽⁴⁻³⁾北东段(图1),为朝不楞铁铅锌多金属矿外围,是一个铅、锌、银多金属矿床。矿床成为浅成中低温热液脉型矿床。达勒廷查干铅锌银矿区由辽宁省地质勘查院于2013年发现,目前探明东矿段Ag金属量66 312 kg、Zn金属量13 393 t、Pb金属量3 832 t。前人按照构造层次将角砾岩筒划分为:浅部角砾岩筒、火山口相角砾岩筒、热液角砾岩筒和与断裂有关的角砾岩筒。笔者在东矿段矿区范围发现的矿化隐爆角砾岩筒为火山口相角砾岩筒,通过研

究发现东矿段中多个矿体赋存于其中,这表明达勒廷查干铅锌银矿区东矿段具有形成与隐爆角砾岩有关的铅锌银矿体的有利成矿条件,对区域内下一步找矿工作的开展具有重要的指导意义。

1 区域地质背景

达勒廷查干铅锌银矿区东矿段大地构造位置位于西伯利亚板块、华北板块和古太平洋板块三大板块所夹持的兴蒙造山带东部的中间地带。根据塔源-喜桂图断裂、贺根山-黑河断裂和牡丹江断裂可以将兴蒙

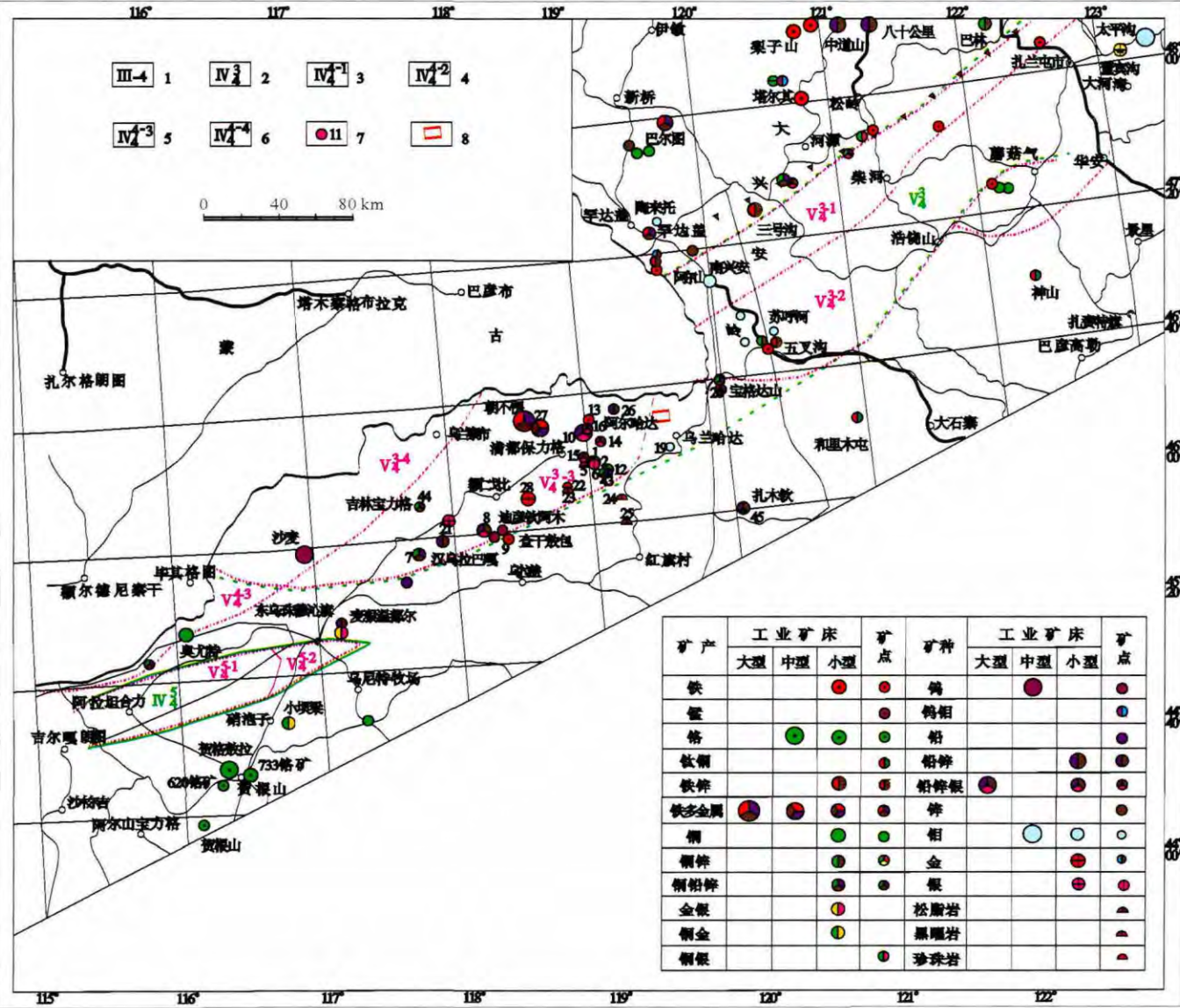


图1 内蒙古自治区大兴安岭成矿带分区及矿产分布图

Fig. 1 Division of the Daxinganling metallogenic belt and distribution of minerals in Inner Mongolia

1—大兴安岭中段古生代、中生代铁、锌、钨、金、铅、铬成矿带 Middle Daxinganling Paleo-Mesozoic Fe-Zn-W-Au-Pb-Cr metallogenic belt); 2—博克图-朝不楞钨、铁、锌、铅成矿带 Bugt-Chaobuleng W-Fe-Zn-Pb metallogenic belt); 3—塔尔其-梨子山铁、钼成矿带 Taerqi-Lizishan Fe-Mo metallogenic belt); 4—苏呼河-八十里铁、铅、锌成矿带 Suhuhe-Bashigongli Fe-Pb-Zn metallogenic belt); 5—朝不楞-查干敖包铁、铅、锌成矿带 Chaobuleng-Qagan Obo Fe-Pb-Zn metallogenic belt); 6—麦沙钨成矿带 Shamai W metallogenic belt); 7—矿点编号 ore occurrence number); 8—工作区范围 study area)

造山带北东段自北西向南东划分为额尔古纳地块、兴安褶皱带、松嫩地块和佳木斯地块^[6-7](图2)。

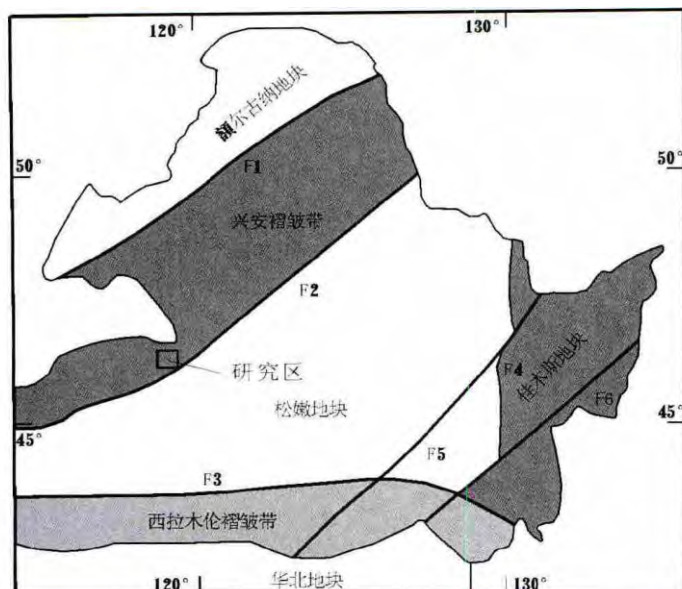


图2 达勒廷查干矿区大地构造位置图

Fig. 2 Tectonic location of the Daleting Chagan orefield

达勒廷查干铅锌银矿区位于贺根山—黑河断裂北西侧的兴安褶皱带中。区域出露地层有古生界上泥盆统安格尔音乌拉组;中生界侏罗系塔木兰沟组、满克头鄂博组、玛尼吐组;新生界新近系上新统五岔沟组。其中满克头鄂博组为银铅锌的重要成矿层位。区域上侵入岩多沿北北东向基底隆起带分布。其岩性多为酸性侵入岩,时代分别为晚三叠世及晚侏罗世,其中晚侏罗世岩浆岩与成矿关系最为密切。区域内断裂方向以北东为主,北西为辅。大型断裂多为第四系松散沉积物掩盖,地貌上多表现为平直的北东、北西向沟谷。区域内火山构造发育,沿固腊卜赛罕敖包—西牧场一线呈东西向串珠状分布有7个火山口,暗示沿其下部有近东西向隐伏断裂发育。

2 矿区地质背景

2.1 矿床地质特征

矿区出露地层主要为上泥盆统安格尔音乌拉组和上侏罗统满克头鄂博组。安格尔音乌拉组主要为粉砂质泥岩、泥质板岩、铁硅质板岩、变质细粒岩屑长石砂岩,满克头鄂博组主要为流纹质熔结角砾凝灰岩、流纹质熔结凝灰岩、流纹质角砾凝灰岩、流纹质晶屑玻屑凝灰岩、凝灰质砂质砾岩,是矿区主要的赋矿围岩。区内断裂构造发育,方向以北西为主,北东、近东西向为辅,但区内掩盖强烈。区内查明存在火山机构一座,属级

火山构造(图3)。中央山体部位为隐爆角砾岩充填的火口,探槽中多处见花岗斑岩侵入。向外为流纹质熔结凝灰岩、流纹质凝灰岩、流纹质角砾凝灰岩、凝灰质火山角砾岩等,它们呈粗细相间的层状分布于各花瓣状山脊上。贴近中心部位的岩层内倾,倾角 $20^{\circ}\sim 40^{\circ}$,外侧岩层外倾。机构西侧边缘有基底岩层安格尔音乌拉组出露,东侧有花岗斑岩侵入。机构中心部位岩石高岭土化、绢云高岭土化及绿泥高岭土化较强烈,蚀变矿物含量一般在 $15\%\sim 30\%$ 之间,少数达 $60\%\sim 65\%$,为化探异常中心,探槽和钻孔中已见铅锌银矿。根据岩性、岩相和相互关系分析认为:该机构早期为间歇性爆发为主,爆发物围绕中心堆积,构成本火山机构的主体;中期火口陷落,造成近中心部位岩层内倾;后期火山再次活动,岩浆沿早期的火山通道及构造薄弱部位上升侵入,于火口部位及周边出现花岗斑岩体。岩浆活动同时也伴随气液活动,产生蚀变矿化。达勒廷查干铅锌银矿受此火山机构控制,矿化类型主要有隐爆角砾岩型和裂隙充填脉状体。

2.2 矿体特征

矿区目前发现控制铅锌银矿体10条,分3个矿带:号矿带(4条矿体)、号矿带(1条矿体)、号矿带(5条矿体)。其中号矿带矿体呈北西向展布,倾向 $215^{\circ}\sim 220^{\circ}$,倾角 $55^{\circ}\sim 84^{\circ}$ 。号与号矿带矿体呈北西向展布,倾向 $15^{\circ}\sim 130^{\circ}$,倾角 $45^{\circ}\sim 85^{\circ}$ 。矿体呈脉状、透镜状,部分变厚加富部位呈囊状,部分矿体沿走向具分枝复合收缩膨胀的现象。矿体全部赋存于隐爆角砾岩体中花岗斑岩脉两侧,矿体明显受火山机构控制,矿体产状与中心部位岩层产状基本一致。Ag品位一般 $21.3\times 10^{-6}\sim 251.24\times 10^{-6}$,Pb品位一般 $0.28\times 10^{-2}\sim 0.95\times 10^{-2}$,Zn品位一般 $1.08\times 10^{-2}\sim 2.07\times 10^{-2}$ 。矿体品位除受蚀变控制外,还严格受裂隙密集程度控制,往往裂隙密集区与浅成花岗斑岩接触地段品位高。

2.3 矿石特征

矿石类型可以分为氧化矿和原生矿两种。氧化矿多表现为黄褐—褐色,呈细脉状,褐铁矿发育,黄铁矿少见;原生矿多为脉状—网脉状,金属矿物呈细脉状、浸染状、团块状等,还可见到角砾岩型矿石。矿石矿物主要有毒砂、辉银矿、闪锌矿、方铅矿、黄铜矿、黄铁矿、白铁矿、褐铁矿,脉石矿物主要为石英、绢云母、绿泥石、高岭土、钾长石、斜长石、绿帘石、方解石次之。

2.4 金属矿物生成顺序与成矿期次

(1) 金属矿物生成顺序:依据矿物的共生组合特征及其相互的穿插、交代关系等,矿石中主要金属矿物的

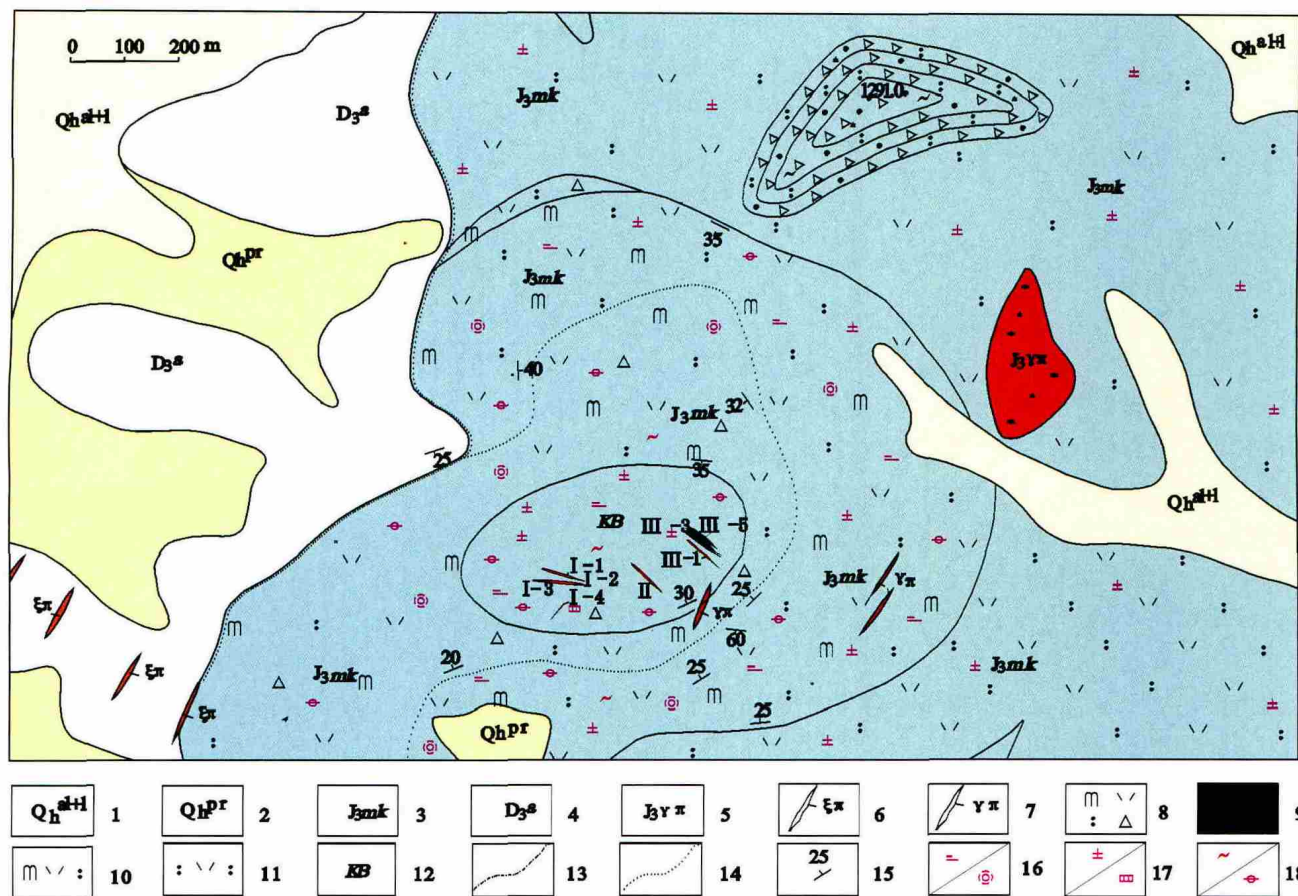


图3 矿区地质图

Fig. 3 Geological map of orefield

1—第四系冲积、湖沼堆积 (Quaternary alluvial/limnetic sediment); 2—第四系混合型草原砂土 (Quaternary mixed grassland sand); 3—满克头鄂博组火山岩 (volcanic rock of Manketouebo fm.); 4—安格爾音烏拉組 (Angeryinwula fm.); 5—晚侏羅世花崗斑岩 (Late Jurassic granite porphyry); 6—正長斑岩脈 (syenite porphyry dike); 7—花崗斑岩脈 (granite-porphyry dike); 8—流紋質熔結角礫凝灰岩 (rhyolitic welded breccia tuff); 9—熔結角礫岩 (welded breccia); 10—流紋質熔結凝灰岩 (rhyolitic ignimbrite); 11—流紋質凝灰岩 (rhyolitic tuff); 12—隱爆角礫岩 (crypto-explosive breccia); 13—隱爆角礫岩界線 (boundary of crypto-explosive breccia); 14—岩性界線 (lithologic boundary); 15—岩層產狀 (attitude of stratum); 16—絹雲母化/矽化 (sericitization/silicification); 17—高嶺土化/黃鐵礦化 (kaolinization/pyritization); 18—綠泥石化/綠帘石化 (chloritization/epidotization)

生成顺序为: 毒砂→闪锌矿、黄铜矿→黄铁矿、白铁矿→黄铁矿。

毒砂: 自形到半自形晶, 反射率 51%~55%, 强非均质性, 含量 1%。

闪锌矿: 灰白色, 多呈他形晶, 粒状呈散状分布, 反射率 18% 左右, 均质性, 具压碎结构, 黄铁矿沿裂隙分布, 部分闪锌矿被黄铁矿交代, 或被黄铁矿所包裹, 部分黄铜矿在其中呈乳滴状分布, 少量。

黄铜矿: 黄色, 反射率 40% 左右, 弱非均质性, 双反射弱, 在闪锌矿中呈乳滴状, 部分呈浸染状, 部分呈脉状沿岩石裂隙分布, 部分与闪锌矿呈固溶体存在, 微量。

黄铁矿: 黄白色, 自形、半自形到他形晶, 粒状, 不等粒结构, 反射率 55% 左右, 均质性, 不易磨光, 与白

铁矿交生, 可分两个世代, 第二世代颗粒细小, 多呈集合体存在, 具压碎结构, 交代闪锌矿, 呈脉状沿岩石裂隙或闪锌矿的裂隙分布, 含量 1%~60%。

白铁矿: 白色, 反射率 50%~55% 左右, 非均质性, 部分呈木纹状, 含量 3% 左右。

(2) 成矿期次: 早期成矿与花岗斑岩关系密切, 随着超浅成斑岩的形成, 深部流体向隐爆角砾岩渗透、扩散、交代成矿, 金属硫化物呈星点状、浸染状、团块状分布, 有用元素为 Pb、Ag、Zn, 品位较低; 晚期成矿与蚀变角砾凝灰岩关系密切, 第二次隐爆破坏了早期形成的矿体及超浅成斑岩脉, 矿石呈角砾状分布, 稍后角砾凝灰岩携带含矿热液侵入使矿石变富, 且产生不同规模、不同方向的细脉, 这些裂隙对矿体的形成起控制作用。

2.5 蚀变特征

围岩蚀变类型主要为高岭土化、绿泥石化、绿帘石

化、绢云母化、碳酸盐化,局部硅化强烈。矿化主要表现为金属硫化物矿化,主要有广泛分布的黄铁矿化,不均匀分布的方铅矿化、闪锌矿化和少量黄铜矿化,在地表可见褐铁矿化、黄钾铁矾化等。

3 隐爆角砾岩简特征

3.1 隐爆角砾岩地质特征

该矿床主要分布在内蒙古达拉特旗干一带。岩筒中发育有花岗斑岩、正长斑岩、闪长玢岩等岩株或岩脉。燕山期隐爆角砾岩体的形成,对本区铅锌银矿化的形成和富集有重要作用,表明铅锌银矿化与岩浆活动有着不可分割的内在联系,不仅为铅锌银矿的形成提供充足的热能,也为本区成矿提供了重要的物质来源。岩筒形态简单,呈椭圆状,北东向展布,其长轴约 1000 m,短轴约 500 m,向下延伸大于 610 m。角砾岩体与围岩满克头鄂博组流纹质凝灰岩呈渐变的侵入接触,界限不明显,局部接触面平直陡立。花岗斑岩与隐爆角砾岩在较浅部位空间上形影相随,但常侵入隐爆角砾岩中,钻孔验证深部亦见到花岗斑岩脉,但二者之间并无明显界线,反映两者时差不大,但具先后关系。角砾岩体的形成对围岩的影响较大,角砾岩体外围围岩裂隙异常发育,多被石英脉、碳酸盐脉、硫化物-石英脉所充填。

3.2 隐爆角砾岩岩石学特征

经过较为详细的野外地质调查,发现矿区内存在多种类型的隐爆角砾岩,其角砾成分、胶结物、结构等特征有一定的差异。现详述如下:角砾岩中角砾成分比较复杂,以满克头鄂博组岩石和早期隐爆角砾岩为主。角砾的粒径差别较大,大者可达 1 m 以上,小者仅为 0.6 cm,大小角砾混杂堆积。角砾的形态以棱角状和次棱角状为主,其次为似圆状。并可见到角砾岩角砾,即多次角砾化的现象。

角砾岩体中胶结物含量差别较大,一般在 20%~30%之间,且分布不均匀。胶结物成分变化也很大,主要为热液物质、硅质、岩粉及金属矿物、岩屑、晶屑等,这些胶结物具流动构造,其中金属矿物胶结类型的形成与成矿关系最为密切。

隐爆角砾岩体在平面上自中心至边部,在垂向上自下而上,其角砾粒径具有逐渐变大的趋势。根据角砾成分及大小、胶结物成分和角砾与胶结物的关系,可初步将角砾岩体自中心向外依次划分为隐爆热液角砾岩带和隐爆震碎角砾岩带。隐爆热液角砾岩角砾成分以流纹质凝灰岩为主,被后期热液交代,发生强烈的硅

化、绿泥石化等蚀变;角砾大小较小,一般小于 5 cm,常呈次棱角状至圆状,角砾含量约为 30%左右或更少;胶结物主要为热液物质,部分胶结物中见星点状细粒黄铁矿化。隐爆震碎角砾岩角砾成分为流纹质凝灰岩、流纹岩等,粒径差别较大,多在 8~30 cm 之间,磨圆差,为棱角状到次棱角状,角砾与角砾之间以裂隙接触,具有可拼合性,几乎全是角砾成分。

3.3 隐爆角砾岩体与矿化的关系

通过对野外圈定的隐爆角砾岩范围与矿化体空间位置相对比,可知隐爆角砾岩体内存在多条矿化体,在探槽和钻孔控制的角砾岩体内也发现了矿化较好的角砾岩型矿石,这表明达拉特旗干铅锌银矿体的形成与隐爆作用关系密切。根据野外地质调查发现矿区内隐爆角砾岩体的角砾成分除了流纹质凝灰岩还有早期隐爆角砾岩的角砾,这说明隐爆作用不止一次,该区隐爆活动具有多期次活动的特点。与火山机构的多期次喷发相一致。隐爆角砾岩内见有较多石英脉、碳酸盐脉穿插其中,也见有闪锌矿、辉银矿、方铅矿脉充填裂隙中,部分脉体内可见梳状构造、晶洞构造,这表明隐爆角砾岩体形成后仍有较强的热液活动。综上所述,笔者认为矿区存在多期次隐爆作用和大规模热液活动。

4 隐爆角砾岩的地质意义

多数学者认为隐爆角砾岩是寻找次火山岩型金、银、铜等矿床的重要标志,无论隐爆角砾岩成岩方式如何,浅成-超浅成中酸性斑岩体是其形成的决定性因素。隐爆角砾岩体通常位于相关浅成-超浅成中酸性侵入岩、次火山岩侵入岩顶部,其深部通常与较大的隐伏岩体相连^[5,8-9]。在成矿空间上,可能会出现斑岩型矿床、隐爆角砾岩型矿床、浅成低温热液脉型矿床按照一定规律相伴产出,是一个较完整的与酸性侵入体有关的斑岩成矿体系^[10-11]。因此,隐爆角砾岩的发现及研究具有重要的地质意义。

研究资料表明,典型的浅成低温热液型矿床常发育隐爆角砾岩带,多在浅表硅质层(硅帽)及其下泥化岩中出现,隐爆角砾岩研究对于矿床成因的划分具有明显的标识性^[12-13]。达拉特旗干矿区隐爆角砾岩的发现从侧面支持了浅成低温热液型铅锌银矿成因的观点,对矿床成因研究具有重要的意义。隐爆角砾岩一般存在于脉岩的顶盘或超覆部位,为铅锌银等的矿化提供了良好的场所和载体。理想隐爆角砾岩简模式中自上而下可以分为围岩震碎碎裂岩、顶部隐爆角砾岩、正常隐爆角砾岩、隐爆塑变角砾岩、隐爆交代角砾岩^[14]。

通常情况下,正常隐爆角砾岩的角砾呈棱角状、次棱角状,角砾成分复杂,各种成分角砾混杂分布,粒径较均匀,角砾蚀变不明显。根据矿区东矿段所见隐爆角砾岩特征可以归属为正常隐爆角砾岩,指示隐爆角砾岩体深部具有较好延伸,剥蚀程度较浅。前人研究表明隐爆角砾岩型铅锌银矿多产在低山丘陵区,以正地形为主^[15],这些特征均与矿区情况相一致。通过本次对矿区隐爆角砾岩体特征的研究,发现矿区具有形成与隐爆角砾岩有关铅锌银矿的有利成矿条件,这对矿区深部及外围找矿工作的开展有较为重要的指导意义。

5 结论

本文在详细研究矿床地质特征的基础上,通过野外地质调查,初步总结了矿区隐爆角砾岩体地质特征,简要阐述了其地质意义,取得主要认识如下。

(1)通过野外地质调查,在矿区内共发现了1个隐爆角砾岩体。角砾岩体从中心向外侧有较显著的岩石类型分带,中心为热液隐爆角砾岩,向外角砾增大,逐渐过渡为震碎角砾岩。

(2)从达拉干含矿角砾岩筒的矿化特征可以看出,从上到下Pb、Ag品位逐渐降低,Zn品位相对增高,上部裂隙状矿化是重要的找矿标志。结合前人对隐爆角砾岩研究成果,通过对隐爆角砾岩体地质特征的研究,认为金属矿物胶结隐爆角砾岩体深部具有寻找与隐爆角砾岩有关铅锌银矿化体的潜力,这对达拉干东矿段矿床深部及外围找矿工作具有一定的指导意义。

(3)达拉干矿床含矿角砾岩筒形成机制与岩浆上侵中的第二次沸腾过程中岩浆热液释放有关。隐爆角砾岩筒与斑岩矿床关系密切。

本文是在内蒙古东乌珠穆沁旗宝格达山林场一带综合方法找矿成果报告项目基础上完成的集体劳动成

果,野外工作中得到内蒙古自治区地质矿产勘查项目办专家的指导和帮助,在此表示感谢。

参考文献:

- [1] 林书平,刘莎,王春龙,等.紫金山矿田二庙沟铜多金属矿点隐爆角砾岩活动中心的厘定及意义[J].大地构造与成矿学,2012,36(3): 450—456.
- [2] 钱建民,濮为民,钟增球,等.浙江遂昌冶岭头筒状铅锌矿体地质特征及成因[J].大地构造与成矿学,2010,34(1): 63—70.
- [3] 陈云杰,赵如意,武彬.甘肃龙首山地区茨岭铀矿床隐爆角砾岩的发现及成因探讨[J].地质与勘探,2012,48(6): 1101—1108.
- [4] 高荣臻,吕新彪,杨永胜,等.黑龙江争光金矿床隐爆角砾岩特征及其地质意义[J].地质与勘探,2014,50(5): 874—882.
- [5] 卿敏,韩先菊.隐爆角砾岩型金矿研究评述[J].黄金地质,2002,8(2): 1—7.
- [6] 葛文春,吴福元,周长勇,等.兴蒙造山带东段斑岩型Cu、Mo矿床成矿时代及其地球动力学意义[J].科学通报,2007,52(20): 2407—2417.
- [7] 武广,刘军,钟伟,等.黑龙江省铜山斑岩铜矿流体包裹体研究[J].岩石学报,2009,25(11): 2995—3006.
- [8] 谢奕汉,范宏瑞.祁雨沟隐爆角砾岩型金矿床流体包裹体特征及其在金矿评价中的应用[J].黄金,1991,12(11): 1—4.
- [9] 王长明,邓军,张寿庭.河南熊耳山地区花山花岗岩与金矿化关系[J].现代地质,2006,20(2): 315—321.
- [10] 毛景文,李晓峰,张荣华.深部流体成矿系统[M].北京:中国地质大学出版社,2005: 1—365.
- [11] 刘国华,许令兵,田磊,等.河南祁雨沟隐爆角砾岩筒的侧向隐爆模式探讨[J].矿产勘查,2012,3(1): 16—22.
- [12] 李真善,魏振伟,石强.隐爆角砾岩在格尔珂金矿床的发现及成矿意义[J].甘肃科技,2005,21(9): 84—85.
- [13] 谭文娟,魏俊浩,张可清,等.隐爆角砾岩型矿床成矿特征浅析——以山西堡子湾、河南祁雨沟金矿床为例[J].地质找矿论丛,2006,21(1): 15—18.
- [14] 王照波.隐爆角砾岩及其形成模式探讨[J].地质科技情报,2001,16(3): 201—205.
- [15] 艾霞.隐爆角砾岩型金矿成矿地质条件构造类型及找矿标志[J].矿床地质,2002,21(增刊): 569—572.