

DOI:10.19751/j.cnki.61-1149/p.2022.04.026

新疆卡特巴阿苏金铜矿床地质特征及其控矿因素

胡希有¹, 姜超², 李伟良³, 谢晋²

(1. 陕西省矿产地质调查中心, 陕西 西安 710068; 2. 中陕核工业集团地质调查院有限公司, 陕西 西安 710100; 3. 西北有色工程有限责任公司, 陕西 西安 710038)

摘要:卡特巴阿苏金铜矿床是新疆西天山近年来发现的特大型金铜矿床之一,前人关于该矿床地质特征及成矿过程系统研究较少。笔者对卡特巴阿苏金铜矿床矿体产出特征、矿石矿物组成及结构构造、围岩蚀变、成矿作用期次等进行了研究,对矿床的控矿因素进行了分析。通过对矿床地质特征研究,并结合岩矿分析结果,认为矿体主要产于二长花岗岩中,受破碎带节理构造系统及岩体与大理岩地层接触带的控制。节理系统中矿体为脉带状,矿石主要为细脉状、细脉浸染状、团斑状构造,蚀变以钾化、硅化、绢云母化、绿泥石化为主。岩体与大理岩地层接触带矿体呈透镜状、似层状、巢状、串珠状,矿石主要为致密块状构造、脉状构造,蚀变以钙铝榴石化、透辉石化、透闪石-阳起石化、绿帘石化为主。研究区具有 3 期成矿作用,分别与二长花岗岩、构造热液活动和闪长岩脉有关,在空间上具有一定程度的叠加。矿床受地层、构造、岩浆作用的多重控制,为斑岩-矽卡岩型金铜矿床,研究成果为区域找矿具有参考和借鉴意义。

关键词:斑岩-矽卡岩型;金铜矿床;卡特巴阿苏;西天山

中图分类号:P618.4201;P618.4301 **文献标志码:**A **文章编号:**1009-6248(2022)04-0324-09

Geological Characteristics and Ore-controlling Factors of Kateba'asu Au - Cu Deposit in Xinjiang

HU Xiyou¹, JIANG Chao², LI Weiliang³, XIE Jin²

(1. Mineral Geology Survey Center of Shaanxi Province, Xi'an 710068, Shaanxi, China; 2. Sino Shaanxi Nuclear Industry Group Geological Survey Co. Ltd, Xi'an 710100, Shaanxi, China; 3. Northwest Nonferrous Engineering Co. Ltd, Xi'an 710038, Shaanxi, China)

Abstract: The Au - Cu ore deposit Kateba'asu is one of recently discovered large gold-copper deposits in Western Tianshan Mountains in Xinjiang. In this paper, the authors present a research result on geological characteristics, mineral composition and texture & structure of ores, wall-rock alteration, mineralization periods of and the ore-controlling factors of the Kateba'asu ore deposit. The geological, mineralogical and petrological studies of the deposit indicate that ore bodies are mainly occur in the monzogranite, and controlled by both the jointed structural system of fracture zone, and the contact zone of intrusion and marble strata. The ore bodies in jointed system are vein-shaped, with ore structures such as fine veins, veinlets-disseminated, and spotted massive, and the alterations are mainly potash feldspathization, silicification, sericitization and

收稿日期:2021-02-20;修回日期:2022-01-24;网络发表日期:2022-11-15;责任编辑:李辉

基金项目:中国地质调查局项目(12120114007401)资助。

作者简介:胡希有(1982-),男,高级工程师,长期从事野外地质勘查工作。E-mail:15187139@qq.com。

chloritization. Ore bodies in the contact zone of intrusion and marble are lenticular-, stratoid-, nests-, and bead-shaped; ores mainly show massive and vein structure. The alterations are grossularization, diopsidization, tremolite-actinolitization and epidotization. There are two phases of mineralization in the deposit, which are related to monzogranite and diorite-dyke respectively and superposed in space to a certain extent. The deposit is controlled by strata, structure and magmatism, and is the type of Skarn-fracture zone altered deposit. The research results may provide the direction for the regional prospecting.

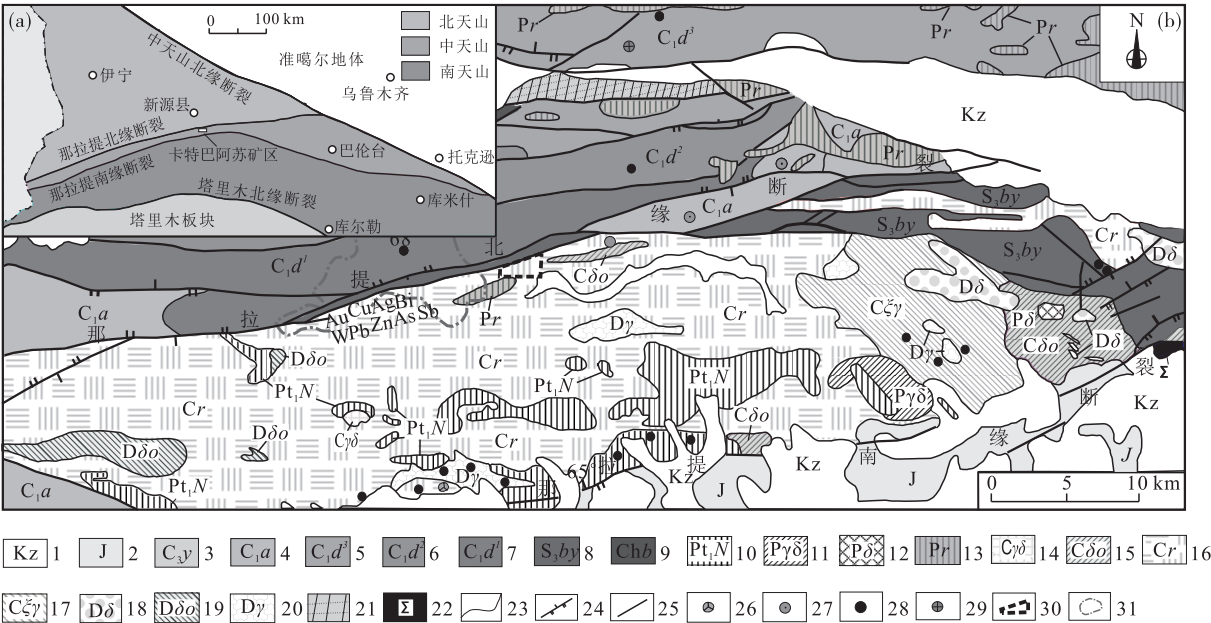
Keywords: porphyry-skarn type; Au – Cu ore deposit; Kateba’asu; Western Tianshan

中亚金腰带是中亚地区的一条世界级成矿带，横跨新疆西天山及中亚乌兹别克斯坦、吉尔吉斯斯坦等国家，在其境外的西段产有令世界瞩目的大型-特大型和世界级的金铜矿床(薛春纪等,2014)。新疆西天山位于中亚金腰带的东段,近年来,发现了众多金矿床、矿(化)点,特别是在新源县南部那拉提山的卡特巴阿苏、乌恰县萨瓦亚尔顿 2 处特大型金(铜)矿床的相继发现,有力地支撑了中亚“金腰带”东延伸部分具有良好的找矿前景。笔者以新疆西天山那拉提山一带铜金矿整装勘查区关键基础地质研究项目为依托,在对矿体宏观特征、矿体矿物学特

征、矿体生成顺序与成矿阶段、矿化蚀变类型及其分布、矿体化学成分研究的基础上,初步厘定了矿床的成因类型,为研究区深部及外围进一步地质勘查工作提供了依据,同时也为那拉提北缘寻找金矿床提供了有力的参考。

1 区域地质背景

研究区地处新疆西天山那拉提南、北缘断裂之间的中天山地区(图 1a)。中天山是近东西走向的隆起带,出露有元古宙变质基底,盖层主要为



1. 新生界;2. 侏罗系;3. 石炭系上统伊什基克组;4. 石炭系下统阿克苏克组;5. 石炭系下统大哈拉军山组第三岩性段;6. 石炭系下统大哈拉军山组第二岩性段;7. 石炭系下统大哈拉军山组第一岩性段;8. 志留系上统巴音布鲁克组;9. 长城系泊仑干布拉克组;10. 元古界那拉提群;11. 二叠纪花岗闪长岩;12. 二叠纪闪长岩;13. 二叠纪花岗岩;14. 石炭纪花岗闪长岩;15. 石炭纪石英闪长岩;16. 石炭纪花岗岩;17. 石炭纪正长花岗岩;18. 泥盆纪闪长岩;19. 泥盆纪石英闪长岩;20. 泥盆纪花岗岩;21. 志留纪花岗岩;22. 超镁铁岩;23. 地质界线;24. 逆断层;25. 性质不明断层;26. 多金属矿点;27. 铁矿点;28. 铜矿点;29. 金矿点;30. 研究区;31. 地球化学综合异常

图 1 (a)新疆西天山区域图(据冯博等,2014)、(b)新疆西天山卡特巴阿苏金铜矿床区域地质矿产图(据杨维忠等,2013)

Fig. 1 (a) The regional map of WestTianshan in Xinjiang, (b) the regional geological and mineral map of Kateba’asu gold-copper deposit in Western Tianshan, Xinjiang

早—中生代大陆边缘岛弧海相火山岩夹细碎屑岩和碳酸岩,晚古生代岩浆侵入体发育,二叠纪转为磨拉石建造(吴淦国等,2008),以南为塔里木板块,地层建造主要为塔里木北缘被动大陆边缘沉积,其中常见有二叠纪碱性岩浆侵入(Gao J, et al., 2009)。

区域主要有古元古界、长城系、志留系、石炭系、

侏罗系和新生界(表 1)。古元古界那拉提岩群(Pt_1N)呈残留体或断块状分布于那拉提南部的岩体中,长城系泊仑干布拉克组(Chb)呈断块状出露于西北部,上志留统巴音布鲁克组(S_3by)主要沿那拉提北缘断裂以南成带状出露,石炭系主要分布于那拉提北缘断裂以北,侏罗系主要分布于那拉提南缘断裂的南侧,为陆相小盆地沉积。

表 1 西天山区域地层简表
Tab. 1 The regional stratigraphic table

地层	地层代号	地层单位	岩 性 描 述	与下伏地层接触关系
侏罗系			岩性主要为一套碎屑岩,含煤层	
上石炭统	C_2y	伊什基里克组	陆相安山岩、火山角砾岩、凝灰砂岩及凝灰砾岩	平行不整合
下石炭统	C_1d	大哈拉军山组	岩性为中酸性晶屑-岩屑凝灰岩、安山岩、流纹斑岩、霏细斑岩夹凝灰角砾岩和灰岩	断层接触
	C_1a	阿克沙克组	以灰岩为主,含腕足、珊瑚化石,上部为碎屑岩夹灰岩	断层接触
上志留统	S_3by	巴音布鲁克组	岩性主要为玄武岩、安山岩、凝灰岩、大理岩、灰岩	断层接触
长城系	Chb	泊仑干布拉克组	岩性主要为二云石英片岩、蓝闪石石英片岩、变安山岩、千枚岩、大理岩	断层接触
古元古界	Pt_1N	那拉提岩群	岩性主要为二长片麻岩、斜长片麻岩、石英片岩、黑云母变粒岩、石英岩、大理岩等	

区域内断裂构造较为发育,主要有那拉提南、北缘深大断裂及其两侧的北东、北东东向次级断裂(图 2),卡特巴阿苏金矿床即处于那拉提北缘断裂南侧的次级断裂破碎带中。那拉提北缘断裂是中天山北缘与北天山(哈萨克斯坦-伊犁板块)的分界线(图 1a),该断裂为新元古代—早古生代 Terskey 洋奥陶纪关闭时在哈萨克斯坦-伊犁板块与塔里木板块之间形成的缝合带(Bazhenov M L, 2003; Qian Q, et al., 2009),为长期活动的岩石圈断裂,经历多期挤压-剪切构造活动(何国琦等,1995),断裂面主体产状 $160^{\circ}\angle 55^{\circ}\sim 70^{\circ}$,具微波状延伸的特点,断裂带内发育断层角砾岩及碎裂岩化、片理化及糜棱岩化岩石。目前,对该带构造组合样式、变形机制的观点还不完全统一(任纪舜等,1980;朱杰辰等,1986;肖序常等,1992;李向东,1993;何国琦等,1995;高俊等,1997;舒良树等,1998;王海涛等,2008;田忠峰等,2010)。

区域岩浆侵入活动强烈,志留纪、泥盆纪、石炭纪、二叠纪均有岩体侵入。其中,石炭纪侵入岩分布最为广泛,主要以岩基或岩株形式出露,卡特巴阿苏

金铜矿即发生在该时期花岗质岩石断裂破碎带中;其岩性主要有二长花岗岩、花岗闪长岩及中-基性岩脉;认为二长花岗岩是南天山洋俯冲形成的大陆边缘岛弧岩浆侵入体,为洋壳部分熔融的产物(冯博等,2014),为主要的容矿岩石。

2 研究区地质特征

研究区出露的地层主要为上志留统巴音布鲁克组基性-中酸性火山岩、火山凝灰岩、大理岩、灰岩等。其中,基性-中酸性火山岩、火山凝灰岩主要分布于研究区西北角(图 2),少量呈残留体零星分布于二长花岗岩顶部,厚度数米至数十米不等;目前,表明赋矿的二长花岗岩体出露位置为其顶部与地层接触带的位置,岩体剥蚀深度较浅。巴音布鲁克组灰岩、大理岩主要呈带状分布于研究区中西部南侧,同时在西南侧二长花岗岩深部钻孔中发现大量大理岩、灰岩地层捕虏体;二长花岗岩与大理岩、灰岩接触带矽卡岩化作用强烈,部分捕虏体已全部发生矽卡岩化。

3 矿床地质特征

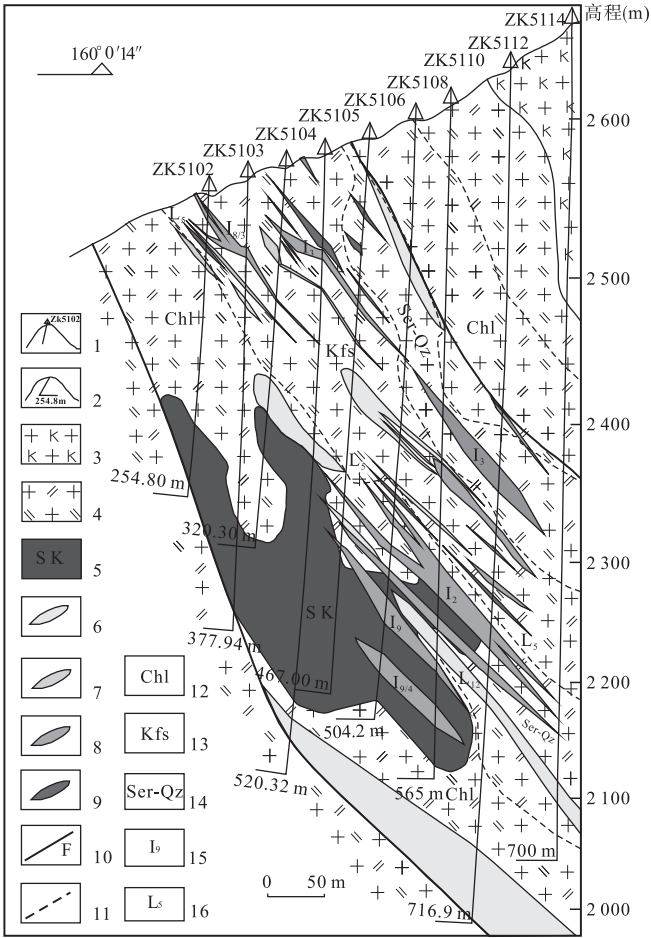
3.1 矿体特征

卡特巴阿苏金铜矿床矿体主要分布于 F₄、F₇ 两条断层破碎带之间,破碎带中均可见有不同程度的金铜矿化蚀变,该矿化破碎带地表出露长约 3 000 m,宽约 40~400 m,总体呈近东西向波状起伏、宽窄不一的带状延伸。目前,已圈定金矿体 44 个,铜矿体 32 个,其中圈定工业矿体有 9 个,包括规模较大的 I₁、I₂、I₃、I₄、I₉ 号铜金矿体及 L₅、L₁₂ 号铜矿体等,其他矿体规模相对较小。本区典型矿体特征如下。

I₃ 号金矿体:矿体受二长花岗岩中断层破碎带控制,赋矿岩石主要为中粗粒二长花岗岩,矿体呈带状、脉带状、透镜状(图 3),沿走向、倾向矿体连续性较好,深部尖灭再现明显,偶见分枝复合现象,矿体与围岩没有明显界线,仅靠样品基本分析成果来圈定,已控制矿体长为 1 270 m,斜深为 311.5 m,厚度为 0.31~11.6 m,平均为 2.42 m,矿体 Au 品位为 $0.08\times10^{-6}\sim321.69\times10^{-6}$,平均为 3.94×10^{-6} ,变化较大,矿化以金为主,少量铜矿化,矿石矿物主要为黄铁矿,少量黄铜矿等。

L₅ 号金铜矿体:该矿体为隐伏金铜矿体,埋深 32~337 m,矿体主要产于二长花岗岩与大理岩捕虏体接触带边部的矽卡岩中,受捕虏体的边部形态及其附近的破碎带控制,主要呈透镜状产出(图 3),已控制矿体走向延长 400 m,延深 240.6 m,厚度 0.53~11.94 m,平均为 2.62 m;矿体品位:Cu 品位为 0.006%~4.37%,平均为 0.67%,Au 品位为 $0.55\times10^{-6}\sim4.98\times10^{-6}$,矿石矿物主要为黄铁矿、黄铜矿。

I₉ 号金铜矿体:该矿体为隐伏金铜矿体,矿体主要产于二长花岗岩、石英闪长岩与大理岩捕虏体接触带边部的矽卡岩中,形态、产状主要受岩体与捕虏体边部形态及其附近的破碎带控制,矿体呈似层状、透镜状、囊状产出(图 3);已控制矿体走向延长 480 m,斜深为 161~330 m,矿体厚度为 0.24~12.48 m,平均为 3.03 m,厚度变化较稳定;Au 品位最高为 $1.08\times10^{-6}\sim66.83\times10^{-6}$,平均为 3.59×10^{-6} ;Cu 品位为 0.01%~1.61%,平均为 0.58%,矿石矿物主要为黄铁矿、黄铜矿。



1. 钻孔及编号;2. 钻孔深(长)度;3. 正长花岗岩;4. 二长花岗岩;5. 矽卡岩;6. 闪长质岩脉;7. 金矿体;8. 金铜矿体;9. 铜矿体;10. 断层;11. 蚀变分带;12. 绿泥石化蚀变带;13. 钾长石化蚀变带;14. 绢云母-硅化蚀变带;15. 金铜矿体编号;16. 隐伏铜矿体编号

图 3 卡特巴阿苏金矿区 51 线剖面图

Fig. 3 The 51 section of Kateba'asu gold mining area

3.2 矿石结构构造

结构以自形-半自形粒状结构为主,次有他形粒状结构、交代结构、交代残余结构、包含结构等。自形-半自形粒状结构主要在早期形成的团斑状矿石、细脉状矿石中,黄铁矿呈自形-半自形五角十二面体产出;他形粒状结构大部分以致密块状构造形式存在的黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿等多金属硫化物呈此结构分布;交代结构-交代残余结构主要见早期黄铁矿碎裂后,黄铜矿沿裂隙充填、交代黄铁矿,部分黄铁矿呈孤岛状分布于黄铜矿中,表明黄铁矿和黄铜矿为不同成矿期产物,黄铜矿形成时间晚于黄铁矿;包含结构主要表现为黄铁矿中包含自然金、黄铜矿等,该黄铁矿、黄铜矿、自然金为共生关系,为早期成矿

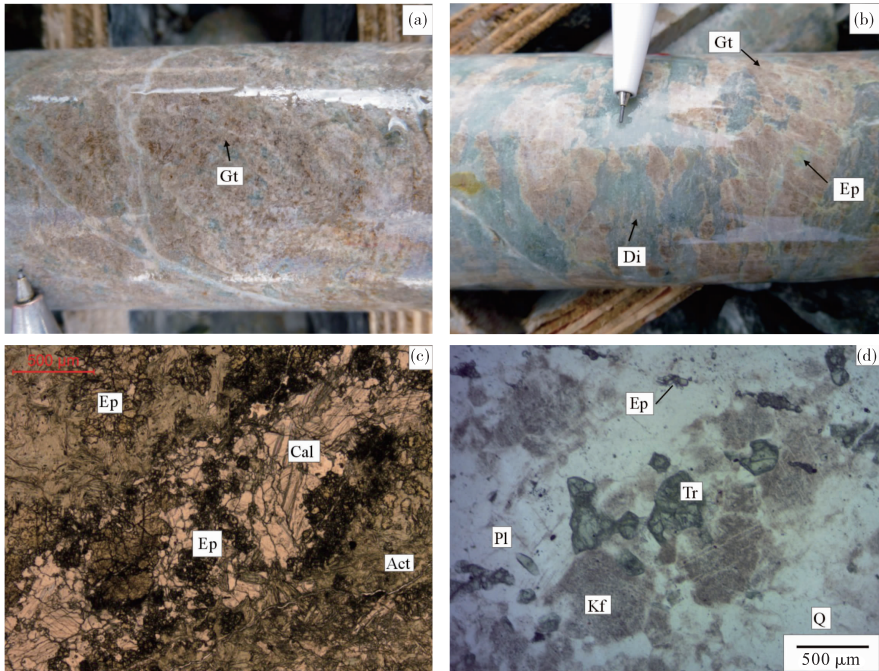
作用产物,黄铜矿沿黄铁矿裂隙充填,其中包含自然金,该黄铜矿和自然金为晚期产物,表明黄铜矿、自然金均具有 2 期成矿作用。

矿石构造以块状构造及浸染状构造为主,次为细脉状构造、团斑状构造、角砾状构造等。块状矿石中主要以黄铁矿和黄铜矿为主,黄铁矿含量达到 85%~95%,黄铁矿粒径多为 0.4~4 mm;黄铜矿呈他形粒状分布于黄铁矿间,含量为 3%~10%,黄铜矿粒径为 0.3~2 mm 之间,具有典型的热液成因的特征;浸染状构造:主要表现黄铁矿等金属硫化物呈粒状、星点状分布于矿石中黄铁矿含量多为 5%~10%之间;细脉状构造:主要表现为石英-黄铁矿细脉沿二长花岗岩节理分布,细脉宽度一般为 0.1~0.5 mm,部分裂隙矿脉充填后愈合;团斑状结构主要出现在钾化强烈的蚀变岩中,一般出现在脉带状矿体中心位置,主要表现为黄铁矿及少量黄铜矿呈大小不等的集合体分布于块状构造的钾长石化蚀变岩中,似团块斑点。角砾状构造团斑状矿石呈角砾状分布于致密块状矿石中。

3.3 围岩蚀变特征及其与矿化关系

(1)研究区围岩蚀变强烈,矿体产出空间位置

不同,其蚀变类型具有明显的差异。围岩蚀变在二长花岗岩和花岗闪长岩中由内向外分为 2 个带:内带为强蚀变带,主要有黄铁矿化、硅化、黄钾铁钒化和钾化为主,次为高岭土化、绢云母化、绿泥石化。黄铁矿化岩石呈黄褐-浅红色,风化呈深黄褐色,该带中赋存金铜矿体;黄铁矿呈星点状、条带状、浸染状、网脉状、脉状,黄铁矿含量为 1%~25%。外带以星点状的绿泥石化、绢云母化、褐铁矿化为主,该带呈现出弱金矿化;如 I₃ 号金矿体,从矿体中心到两侧蚀变类型变化为:钾化、硅化、绢云母化、绿泥石化、碳酸盐化、高岭土化等,不同位置蚀变带宽度不一,矿化主要产于钾化、绢英岩化蚀变带中(图 3)。而岩体与大理岩接触带形成了内、外接触带矽卡岩,分带特征同样明显,外接触带蚀变分带特征为石榴子石化带(图 4a)、石榴子石透辉石化带(图 4b)、透闪石-阳起石-绿帘石化带(图 4c、图 4d)、大理岩带。内接触带为矽卡岩化二长花岗岩,从接触带向岩体分别为透辉石化二长花岗岩、角闪石化二长花岗岩(图 4d)等,往岩体内侧矽卡岩化逐渐减弱,矿体主要产于接触带矽卡岩中或层间矽卡岩破碎带中。



a. 石榴子石矽卡岩手标本;b. 石榴子石透辉石矽卡岩手标本;c. 绿帘石阳起石矽卡岩(正交偏光);d. 绿帘石透闪石化二长花岗岩(单偏光);Gt. 石榴子石;Di. 透辉石;Ep. 绿帘石;Tr. 透闪石;Kf. 钾长石;Pl. 斜长石;Q. 石英

图 4 新疆西天山卡特巴阿苏部分矽卡岩岩石及显微特征图

Fig. 4 Rock and Microscopic Characteristics of Skarn in Kateba'asu, Western Tianshan, Xinjiang

(2)主要蚀变矿物特征。钾长石化:主要表现为钾长石不同程度地交代原二长花岗岩中的斜长石、石英等矿物,蚀变强烈时,原岩中的矿物全部被钾长石交代,钾长石可见有环带结构,交代钾长石围绕原岩钾长石生长呈环带状,一般颗粒细小,粒径为 0.2~1 mm,表面干净。黄铁矿、黄铜矿等金属硫化物呈浸染状、团斑状、细脉状分布于钾长石化蚀变岩中。

硅化-绢云母化:主要表现为二长花岗岩中的长石被绢云母、石英交代,蚀变强烈时,原岩中的其他矿物全部被绢云母、石英所交代,岩石为细粒粒状-鳞片状变晶结构,绢云母化和硅化没有明显的界线。岩石中见细粒黄铁矿呈稠密浸染状或细脉状分布。

绿泥石化:绿泥石化范围较大,表现为各类原岩中的暗色矿物被绿泥石交代或绿泥石呈鳞片状集合体形式分布于破碎岩石裂隙中,绿泥石化带矿化较弱,主要分布于矿体外围。

3.4 成矿期次、阶段划分

从岩浆侵位期次来看,矿区岩浆岩侵入顺序为二长花岗岩→正长花岗岩→花岗闪长岩→花岗斑岩→闪长岩。早期形成的二长花岗岩复式岩体内发育金属硫化物,富含成矿物质;岩浆侵位后受区域性构造活动影响,在岩体内部形成了多级断裂构造,这些构造活动不仅为成矿热液提供了运储空间,而且与之相伴的构造热液对带内岩石进行交代,成矿物质由此发生萃取、富集成矿;后期岩浆活动形成的各类脉岩,进一步对成矿物质进行活化、萃取、富集,在成矿有利部位富集成矿。岩浆侵位及构造活动显示矿床形成具有多期次的特点。

从围岩蚀变特征来看,早期矿化蚀变与二长花岗岩岩浆期后热液作用有关。在矿区东段及西段浅部,蚀变岩石类型主要有钾化蚀变岩及钾化、绢英岩化二长花岗岩等;蚀变岩石以交代结构、交代残余结构为主,主要表现为钾长石、石英、绢云母等不同程度的交代原岩中的矿物;钾化蚀变岩分布于破碎带中心蚀变最强烈的位置。晚期矿化蚀变与闪长质岩浆期后热液作用有关。矿区西段深部岩体与围岩内、外接触带均发生有强烈的矽卡岩化,外接触带矽卡岩主要岩石类型有石榴子石、透辉石-石榴子石、透辉石、绿帘石矽卡岩等,呈粒状、柱状、放射状及交代结构;交代结构见有绿帘石沿裂隙交代石榴子石、阳起石沿裂隙交代绿帘石、阳起石呈细脉状交代绿

帘石矽卡岩及其中方解石-石英细脉,显示 2 期矽卡岩化特征。内接触带矽卡岩主要为透辉石化、透闪石-绿帘石化二长花岗岩,为交代残余结构。围岩蚀变特征表明本矿床具有多期次热液活动、多期次成矿作用。

根据矿脉之间的相互穿插关系、矿物共生组合、矿化蚀变分带特征,以及岩浆作用与矿化蚀变的关系,将本研究区矿床成矿作用划分为 3 个期次:第一期、第三期为岩浆热液成矿作用期,第二期为构造热液成矿作用期。第一期成矿作用与二长花岗岩、正长花岗岩岩浆期后热液有关,将其划分为:矽卡岩阶段、石英-钾长石阶段、石英-黄铁矿化阶段、方解石-石英阶段;第二期为构造热液成矿作用阶段;第三期成矿作用与石英闪长岩、闪长玢岩岩浆期后热液有关,将其划分为:石英-钾长石(矽卡岩化)阶段、石英-黄铁矿化阶段、石英-多金属硫化物阶段、石英-方解石阶段。矽卡岩形成于早期岩浆作用,可进一步划分为高温无水矽卡岩阶段和中低温含水矽卡岩阶段,本区成矿作用主要发生在矽卡岩化作用之后的中低温热液作用阶段。

4 控矿因素分析

4.1 地层对成矿作用的控制

研究区主要出露岩性为基性-中酸性火山岩、火山凝灰岩、大理岩、灰岩等,二长花岗岩侵入其下部。在二长花岗岩体与地层接触带,侵入岩浆与地层中的基性-中酸性火山岩、火山凝灰岩、大理岩发生强烈的同化混染及接触交代作用,因地层岩性不同,蚀变及矿化类型均不同。

岩体与火山岩的接触带:火山岩中钾长石、石英含量从岩体到火山岩逐渐降低,表明远离接触带同化混染及交代作用逐渐减弱,二长花岗岩与中基性火山岩之间无明显界线。强烈的同化混染及交代作用,使火山岩中早期形成的裂隙被封闭,裂隙发育程度明显降低,似在二长花岗岩上部形成了“顶盖”,使后期阶段的成矿热液得以保存于二长花岗岩顶部的节理带中,形成本区二长花岗岩上部蚀变带范围及矿体厚度均较大,而沿破碎带向深部延伸,蚀变带及矿体厚度均变窄的现象。

岩体与大理岩(灰岩)接触带:二长花岗岩与大理岩、灰岩接触带矽卡岩化作用强烈,部分残块已全

部发生矽卡岩化,接触带见数米-十多米的钙铝榴石等矽卡岩,形成了矽卡岩型金铜矿床;灰岩捕虏体内部蚀变相对较弱,主要发生了透辉石、透闪石、绿帘石等中低温矽卡岩化及硅化,形成矽卡岩,顶部还见一些硅化灰岩。

4.2 岩浆作用对成矿作用的控制

矿体、矿化破碎蚀变带主要产于二长花岗岩中,受断层破碎带、矽卡岩捕虏体边部形态及矽卡岩内部断裂破碎带形态的控制,金矿体、铜金矿体、铜矿体均有产出。在二长花岗岩与大理岩捕虏体的接触部位,发生了强烈的矽卡岩化,形成矽卡岩型块状硫化物金铜矿体;在二长花岗岩岩体顶部的节理带中,早期(第一期成矿作用)发生大范围强烈的钾长石化,其后发生绢英岩化及矿化,形成了细脉浸染状、细脉状构造的金矿体,表明成矿作用与二长花岗岩关系密切,形成了2种矿床类型即矽卡岩型和破碎带蚀变岩型金铜矿床;后期(第三期成矿作用)二长花岗岩中有石英闪长岩、闪长岩、闪长玢岩岩脉侵入,在部分闪长岩脉中见有浸染状的黄铜矿化,在其附近的裂隙中见有脉状、细脉浸染状的金铜矿化及铜矿体,岩浆热液局部叠加于早期矿体之上形成金铜矿体,未叠加部分形成独立的铜矿体。从规模上看,早期岩浆热液成矿作用在本区占主导。从矿体空间分布上看,金矿体主要分布于二长花岗岩断层破碎带及矽卡岩中,铜矿体、金铜矿体分布于闪长质岩脉内部及其附近。

4.3 构造与成矿作用的关系

从矿床地质特征可以看出,本区成矿作用主要受构造的控制,不同成矿期、不同成矿阶段成矿构造的特征和性质明显不同。

早期岩浆热液成矿作用(第一期成矿作用)主要受由南北向挤压所形成的一套断层破碎带及节理构造系统、岩体与大理岩的接触带构造的控制,该套“X”节理构造系统为第一热液成矿期构造系统。由于矽卡岩主要分布于研究区西段深部,因而西段深部成矿作用主要受二长花岗岩与大理岩接触带矽卡岩的控制,东段及西段上部成矿作用主要受破碎带及节理构造系统的控制。

构造热液成矿阶段(第二期成矿作用),区域应力场转变为张性环境, F_4 、 F_7 断层之间早期形成的节理系统局部张开形成张性构造,花岗闪长岩、石英闪长岩、闪长岩、闪长玢岩沿该套张性裂隙侵入,在

其附近的张性裂隙中被其期后成矿热液所充填,形成了延长小于延伸的致密块状的石英-黄铁矿矿脉,这些矿脉在沿构造破碎带方向并不连续,在构造带中形成一些近等间距分布的囊状矿体,总体受北东东向区域构造带的控制。

以上两期成矿作用之后, F_4 、 F_7 断层之间的破碎带及节理系统大部分愈合,使矿石结构完整程度增强,因而后期构造晚期岩浆热液成矿作用(第三期成矿作用)形成的矿体形态影响和破坏不大,仅对矿石结构构造产生一定的破坏。

5 结论

(1)卡特巴阿苏金铜矿床的矿床类型为斑岩-矽卡岩型金铜矿床,金铜矿主要分布于岩体与大理岩地层接触带矽卡岩及二长花岗岩体破碎带中。

(2)本区存在3期成矿作用,早期成矿与二长花岗岩岩浆作用有关,形成金铜矿体;第二期与二长花岗岩期后构造活动有关,构造活动形成的热液对第一期形成的金铜矿体进行了进一步的富集,并形成新的矿体;第三期成矿作用与闪长岩脉有关,局部叠加于第一期、第二期矿体之上,同时还形成了独立的铜矿体。

(3)研究区围岩蚀变有2种类型,岩体与大理岩接触带形成了钙铝榴石、透辉石、透闪石-阳起石、绿帘石等从高温无水到低温含水的矽卡岩化,二长花岗岩破碎带中蚀变主要为钾化、硅化、绢云母化、绿泥石化等。

(4)二长花岗岩顶部的残留地层表明,岩体剥蚀深度较浅,矿床保存完整,深部找矿潜力巨大,深部及外围岩体、大理岩地层、捕虏体接触带是成矿最有利的部位。

(5)卡特巴阿苏矿床的发现为区域找矿打开了“新局面”,为本区域找矿突破提供了“新范本”,具有重大的地质意义和区域经济发展现实意义。

参考文献(References):

- 薛春纪,赵晓波,莫宣学,等. 西天山“亚洲金腰带”及其成矿控制与找矿[J]. 地学前缘,2014,21(5):128-155.
- XUE Chunji, ZHAO Xiaobo, MO Xuanxue, et al. The Metallogenic Regularity and Prospecting Potential of Xilaokou

- Gold Deposit in Shandong Province [J]. *Earth Science Frontiers*, 2014, 21(5): 128-155.
- 杨维忠, 薛春纪, 赵晓波, 等. 新疆西天山新发现新源县卡特巴阿苏大型金铜矿床[J]. *地质通报*, 2013, 32(10): 1613-1620.
- YANG Weizhong, XUE Chunji, ZHAO Xiaobo, et al. Geological Characteristics and Prospecting Potential of Xilaokou Gold Deposit in Shandong Province [J]. *Geological Bulletin of China*, 2013, 32(10): 1613-1620.
- 杨维忠, 邢令, 林泽华, 等. 新疆卡特巴阿苏金矿床特征及发现意义[J]. *新疆地质*, 2015, 33(1): 68-72.
- YANG Weizhong, XING Ling, LIN Zehua, et al. The Characteristics and Discovery significance of Kateba'asu gold deposit in xinjiang [J]. *Xinjiang Geology*, 2015, 33(1): 68-72.
- 冯博, 薛春纪, 赵晓波, 等. 西天山卡特巴阿苏大型金铜矿赋存二长花岗岩岩石学, 元素组成和时代[J]. *地学前缘*, 2014, 21(5): 187-195.
- FENG Bo, XUE Chunji, ZHAO Xiaobo, et al. Geochronology and Geochronology of the Mineralization Gold Deposit in Linglong Gold Deposit, Shandong Province [J]. *Earth Science Frontiers*, 2014, 21(5): 187-195.
- 吴淦国, 董连慧, 薛春纪. 新疆北部主要斑岩铜矿带[M]. 北京: 地质出版社, 2008.
- WU Ganguo, DONG Lianhui, XUE Chunji. Main porphyry copper belt in northern Xinjiang [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2008.
- 肖序常, 汤耀庆, 冯益民, 等. 新疆北部及其邻区大地构造[M]. 北京: 地质出版社, 1992: 1-11.
- XIAO Xuchang, TANG Yaqing, FENG Yimin, et al. Geochronology and Geochemistry of the Xilaokou Gold Deposit, Shandong Province [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1992: 1-11.
- 李向东. 新疆北天山晚古生代洋盆演化与推覆构造[J]. *新疆地质*, 1993, 11(3): 207-214.
- LI Xiangdong. Geochronology and Metallogenic Regularity of the Late Paleozoic in the Northern Tianshan Mountains, Xinjiang [J]. *Xinjiang Geology*, 1993, 11(3): 207-214.
- 何国琦, 刘德权, 李茂松, 等. 新疆主要造山带地壳发展的五阶段模式及成矿系列[J]. *新疆地质*, 1995, 13(2): 99-164.
- HE Guoqi, LIU Dequan, LI Maosong, et al. Geological Characteristics and Metallogenic Regularity of Xilaokou Gold Deposit, Shandong Province [J]. *Xinjiang Geology*, 1995, 13(2): 99-164.
- 高俊, 何国琦, 李茂松. 西天山造山带的古生代造山过程[J]. *地球科学*, 1997, 22(1): 27-32.
- GAO Jun, HE Guoqi, LI Maosong. Geochemical Characteristics and Geochemical Characteristics of the Xilaokou Orogenic Belt, Shandong Province [J]. *Earth Sciences*, 1997, 22(1): 27-32.
- 舒良树, 夏飞雅克, 马瑞士, 等. 中天山北缘大型右旋走滑剪切带研究[J]. *新疆地质*, 1998, 16(4): 326-336.
- SHU Liangshu, XIA Feiyak, MA Ruisui, et al. Study on the Dextral Strike-slip Tough-shear Belt in the Northern margin of the Middle Tianshan Mountains [J]. *Xinjiang Geology*, 1998, 16(4): 326-336.
- 王海涛, 王瑞, 宋阳, 等. 新疆那拉提构造带基底变形特征及构造意义[J]. *新疆地质*, 2008, 26(4): 330-334.
- WANG Haitao, WANG Rui, SONG Yang, et al. Characteristics and tectonic implications of basement deformation in the Nalati tectonic belt, Xinjiang [J]. *Xinjiang Geology*, 2008, 26(4): 330-334.
- 田忠峰, 黄启峰, 王广耀. 新疆天山华力西运动特征[J]. *新疆地质*, 2010, 28(1): 28-31.
- TIAN Zhongfeng, HUANG Qifeng, WANG Guangyao. Characteristics of the Warrisi Movement in the Tianshan Mountains, Xinjiang [J]. *Xinjiang Geology*, 2010, 28(1): 28-31.
- Bazhenov M L, Collins A Q, Degtyarev K E, et al. Paleozoic northward drift of the North Tien Shan (Central Asia) as revealed by Ordovician and Carboniferous paleomagnetism[J]. *Tectonophysics*, 2003, 366(1): 113-141.
- Gao J, Long L, Klemd R, et al. Tectonic evolution of the South Tianshan orogen and adjacent regions, NW China: Geochemical and age constraints of granitoid rocks[J]. *International Journal of Earth Sciences*, 2009, 98(6): 1221-1238.
- Qian Q, Gao J, Klemd R, et al. Early Paleozoic tectonic evolution of the Chinese South Tianshan Orogen: Constraints from SHRIMP zircon U - Pb geochronology and geochemistry of basaltic and dioritic rocks from Xiata, NW China[J]. *International Journal of Earth Science*, 2009, 98: 551-569.