

西藏措勤县日阿铜矿床成矿地质条件及成矿过程浅析

王 强¹, 孙 燕¹, 赵志强², 赵 涵¹, 何佳乐¹, 王瑜亮¹

1. 成都理工大学, 成都 610059; 2. 四川省地质矿产勘查开发局 区域地质调查队, 成都 610059

摘 要:西藏自治区是我国未来重要的铜矿基地, 有着重要的战略地位。日阿铜矿床位于冈底斯山脉北缘, 地处隆格尔—工布江达断隆带, 地质工作程度较低。笔者通过研究矿床的地质特征, 从地层、构造、岩浆岩、成岩成矿时代等方面分析了矿床形成的地质条件, 根据该矿床经历的地质作用、矿石构造以及矿物组合特征, 认为矿床为矽卡岩型铜矿, 主要成矿作用经历了岩浆热液成矿期和表生风化期, 其中岩浆热液成矿期为主要成矿期, 可进一步分为矽卡岩阶段, 氧化物阶段, 石英硫化物阶段等, 并在此基础上总结出日阿矽卡岩型铜矿床的成矿模式。

关 键 词:西藏; 日阿铜矿床; 成矿地质条件; 成矿过程

中图分类号: P612 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-2802(2012)03-0229-07

Metallogenic Conditions and Mineralization Process of Ri' a Copper Deposit in Coqen County, Tibet

WANG Qiang¹, SUN Yan¹, ZHAO Zhi-qiang², ZHAO Han¹, HE Jia-le¹, WANG Yu-liang¹

1. Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China; 2. Regional Geological Survey party, Sichuan Bureau of Geological Exploration and Exploration of Mineral Resources, Chengdu 610059, China

Abstract: Tibet Autonomous Region is an important copper production base in China in the future and has an important strategic position. Ri a copper deposit located in Northern margin of the Gangdisi Mountains and Lunggar-gongbo gyamda uplift belt is a low level of deposit in geological work. By studying the ore deposit geological conditions and features, authors analyze geological conditions of deposit formation from the formation, structure, igneous rocks and so on and according to the deposit experienced geological function, ore constructed, mineral assemblages, authors think the deposit is a Skarn-type copper deposit and the deposit formation experiences magmatic hydrothermal stage and supergene stage, and magmatic hydrothermal stage is the main mineralization stage, further dividing into skarn stage, the oxide phase, quartz sulfide stage, and establishing Ri' a skarn copper deposit mineralization model on this study.

Key words: Tibet; Ri' a copper deposit; geological conditions; mineralization process

铜矿是西藏矿产资源的优势矿种, 近年来找矿、科研不断取得重大突破, 特别是冈底斯斑岩-矽卡岩型铜矿成矿带在地质找矿方面有了突飞猛进的发展^[1-9]。西藏自治区措勤县日阿铜矿产于拉萨地块内, 南距雅鲁藏布江缝合带约 100 km, 北距班公湖—怒江缝合带近 150 km, 为西藏铜多金属成矿带的重要矿床类型, 含矿岩系为二叠系下拉组生物碎

屑灰岩, 侵入岩体为燕山期花岗岩, 成矿地质条件较好, 具有很好的找矿前景, 在同类矿床中具有代表性。由于发现较晚、海拔很高, 研究程度较低, 现有勘查、研究资料少。本文从矿床地质特征、成矿地质条件着手, 通过野外资料、室内研究工作, 分析了矿床的成矿过程, 划分了成矿期和成矿阶段, 为该地区同类型矿床的研究和勘查奠定了基础。

收稿日期: 2011-05-17 收到, 09-04 改回

基金项目: 西藏自治区矿产资源潜力评价资助项目 (1212010881631)

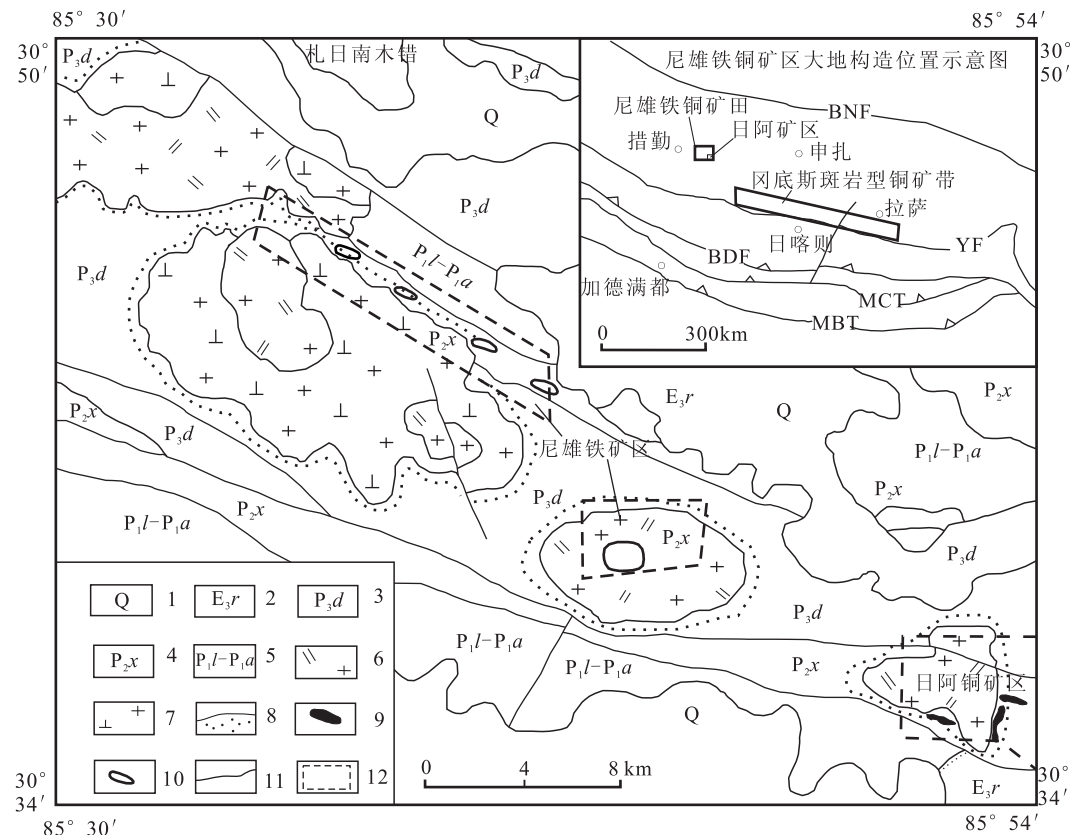
第一作者简介: 王强 (1986 -), 男, 硕士研究生, 矿物学、岩石学、矿床学专业。E-mail: 182477749@qq.com.

通讯作者: 孙燕 (1957 -), 女, 教授。E-mail: sunyan@cdut.cn.

1 区域地质特征

日阿铜矿床位于冈底斯—念青唐古拉复合岩浆弧的隆格尔—念青唐古拉复合古岛弧带中部北缘,

北为措勤—多瓦陆内裂陷带,南接南冈底斯火山岩岩浆弧^[4]。区域构造线总体上呈北西-南东走向,主要表现为一系列的构造挤压带,其次为北东向及南北向的小规模次级断裂(图1)。



1-第四系; 2-日贡拉组; 3-敌布错组; 4-下拉组; 5-昂杰·拉嘎组; 6-燕山期二长花岗岩; 7-燕山期花岗闪长岩; 8-角岩、砂卡岩带; 9-铜矿体; 10-铁矿体; 11-断层; 12-矿区范围; BNF-斑公湖-怒江断裂带; YF-雅鲁藏布江断裂带; BDF-藏南拆离断裂带; MCT-主中央逆冲断裂带; MBT-主边界逆冲断裂带

1-Quaternary; 2-Rigongla Formation; 3-Dibucuo Formation; 4-Xiala Formation; 5-Angjie-Laga Formation; 6-adamellite in Yanshan period; 7-granodiorite in Yanshan period; 8-Horfels and skarn belt; 9-copper orebody; 10-iron orebody; 11-fault; 12-limits of the ore district; BNF- Banggong Co-Nujiang fault zone; YF-Yarlung Zangbo fault zone; BDF-southern Tibet detachment system; MCT-Main central thrust; MBT-Main boundary thrust

图1 西藏自治区尼雄矿田区域地质图^[8]

Fig. 1 Regional geological map of Nixiong ore field in Tibet^[8]

区内出露有元古宙至新生代地层,前寒武纪及早古生代地层分布较少,晚古生代地层分布较广,以二叠系海相碎屑岩、碳酸盐岩为主,少量第三系陆相火山岩及沿沟谷、河湖边部分布的第四系(图2)。

岩浆岩由早期侵入的花岗岩和晚期的二长花岗岩及辉绿玢岩组成。尼雄铁矿主要与早期花岗岩有关,其锆石 U-Pb 年龄为 116 ~ 110 Ma^[5],晚期二长花岗岩的成岩年龄为 90.1 ± 1.5 Ma(锆石 SHRIMP U-Pb 年龄)^[6,7],为白垩纪晚期的产物;矿体中金云母测得⁴⁰Ar/³⁹Ar 成矿年龄为 87.69 Ma^[6],与二长花岗岩的成岩年龄接近。侵入岩和火山岩的岩石化学特征均显示其成因与陆-陆碰撞密切相关^[6]。日阿铜矿

与该时代的中酸性岩体二长花岗岩有密切关系,其次与石英闪长玢岩、花岗闪长玢岩、花岗岩相关,矿体在岩体的内外接触带均有赋存。

2 矿区地质特征

2.1 地层

矿区内出露地层有二叠系拉嘎组、昂杰组、下拉组及敌布错组,赋矿地层为下拉组,少量古近系日贡拉组及第四系(图3)。

拉嘎组(P₁l):主要分布在矿区的南西、东部及

年代层	岩石层	代号	柱状图	层厚 (m)	岩性描述	
界	系	统	组			
新生代	第四系	Q			主要成分为砂砾石及粘土	
中生界	古近系	渐新统	日贡拉组	E _{3j}	> 1423	岩性以陆源碎屑岩和火山碎屑岩为主,夹少量生物碎屑灰岩、泥灰岩、白云岩和含凝灰质硅质岩
			帕那组	E _{3p}		岩性为熔结凝灰岩
古生界	二叠系	上统	敌布错组	P _{3d}	> 3740.65	岩性为深灰-灰白色中厚层状含砾长石砂岩、含鲕状赤铁矿长石石英砂岩、含炭岩屑砂岩与黑色薄层状含炭泥质粉砂岩、含炭粉砂质泥岩互层
						下部岩性为含生物碎屑微晶灰岩、生物碎屑灰岩夹瘤状灰岩,灰岩中产丰富的暖水型蠕虫、珊瑚、腕足类、苔藓虫和海百合等化石;上部浅灰色厚层状含灰粉晶白云岩,间夹少量浅灰色中厚层生物碎屑灰岩、菱铁矿灰岩及含鲕状赤铁矿灰岩和硅质岩
中生界	二叠系	中统	下拉组	P _{2x}	1643.12	
古生界	石炭系	下统	昂杰组	P _{1a}	102.6-237.7	岩性总体为一套浅灰色厚层状复成分砾岩、砂砾岩、长石石英砂岩、长石岩屑砂岩、岩屑石英杂砂岩与灰黑色厚层状粉砂岩、泥岩和含生物碎屑灰岩等组成的反复出现的旋回层系
			拉嘎组	P _{1l}	1968.95	为一套特征的含杂砾碎屑岩组合,顶、底部均以含砾砂岩或含砾泥与下伏永珠组呈平行不整合接触;与上覆昂杰组呈整合接触关系
石炭系	上统	永珠组		C _{2y}	> 1329.5	岩性为灰、浅灰、灰绿色中-厚层状中细粒石英砂岩、长石石英砂岩

图2 西藏自治区日阿铜矿床区域地层柱状图^[10]

Fig.2 Regional stratigraphic histogram of Ri'a Copper Deposit Tibet^[10]

北部,上部在矿区南部与昂杰组呈整合接触,其它地区均为断层接触。岩性为灰、青灰色含砾不等粒长石石英杂砂岩、含砾不等粒岩屑长石杂砂岩、含砾长石砂岩、石英砂岩、粉砂岩及钙质粉砂质泥岩互层。

昂杰组(P_{1a}):主要分布在矿区的南部,上与下拉组灰岩过渡,底部与拉嘎组连续沉积。岩性总体为一套浅灰色中厚层状长石石英砂岩、长石岩屑砂岩、岩屑石英杂砂岩与灰黑色厚层状粉砂岩、泥岩和含生物碎屑灰岩等组成反复出现的旋回层系。

下拉组(P_{2x}):分布在矿区的中部,呈东西向展布,与下伏昂杰组呈整合接触关系。岩性为含生物碎屑微晶灰岩、生物碎屑(微晶)灰岩;上部浅灰色厚层状含灰粉晶白云岩,间夹少量浅灰色中、厚层状生物碎屑灰岩、菱铁矿灰岩及含鲕状赤铁矿灰岩和

硅质岩,是日阿铜矿床的主要赋矿层位。

敌布错组(P_{3d}):分布在矿区的北部、东部。岩性为深灰、灰白色中-厚层状含砾长石砂岩、含鲕状赤铁矿长石石英砂岩、含炭岩屑砂岩与黑色薄层状含炭泥质粉砂岩、含炭粉砂质泥岩互层,该层位是尼雄铁矿的主要赋矿层位。

日贡拉组(E_{3j}):零星分布在矿区的南部和东部,岩性以火山碎屑岩为主。

第四系(Qh):沿沟谷、河湖边部分布,主要成分为砂、砾石及粘土。

2.2 构造

矿区内构造较简单,总体构造线呈北西-南东走向,表现为一系列北西-南东向构造挤压带。岩体接触带构造则是矿区内主要的控矿和赋矿构造,接触带倾向上呈舒缓波状,走向上港湾状、锯齿状凹凸不平,造成部分矿体产状的复杂变化。其中北东-南西向压性断裂是主要的岩浆侵位的重要通道,控制着含矿岩体的分布,且规模较大。北北西-南南东向断裂构造为次一级断裂,规模相对小,为成岩、成矿期后构造,切割了岩体和矿体。同时岩体与下拉组围岩接触带构造对成矿起着重要的控制作用,是气水热液运移的通道、接触交代成矿作用发生的场所,矿体赋存的空间,控制着矿体的形态和分布。

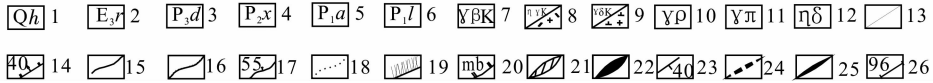
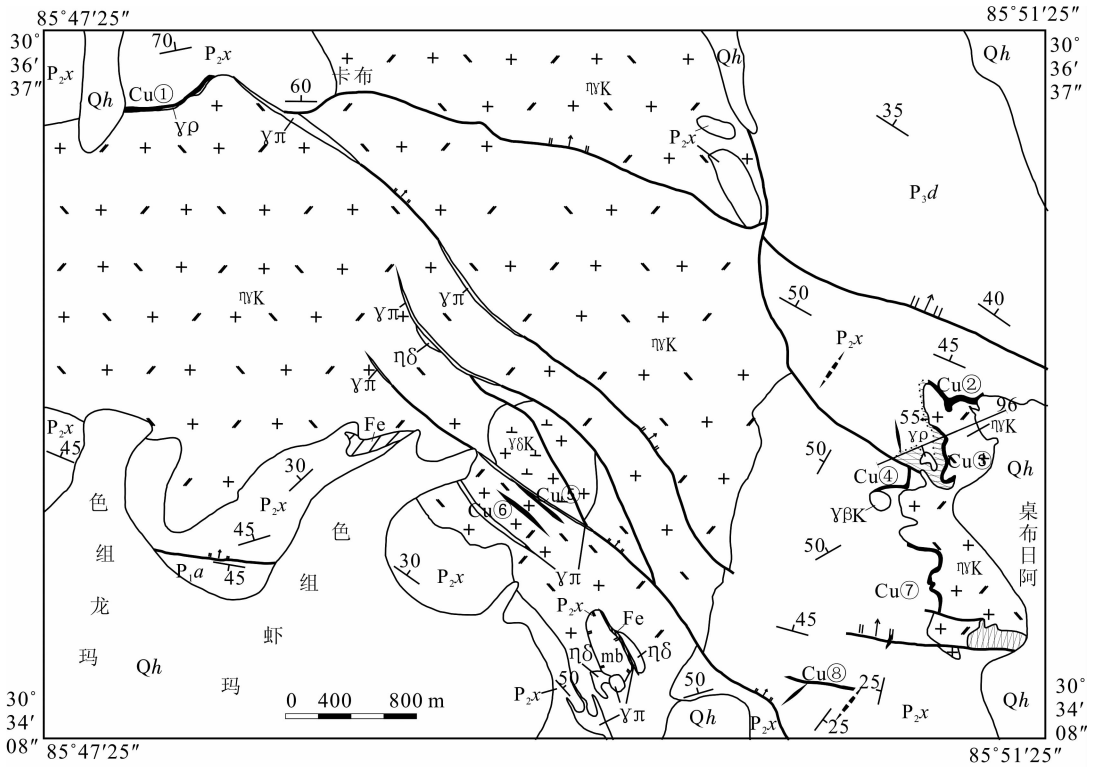
2.3 岩浆岩

矿区岩浆岩由早期侵入的花岗岩和晚期的二长花岗岩及辉绿玢岩组成,野外见其相互穿插。控矿岩体为二长花岗岩,锆石 SHRIMP U-Pb 年龄为(90.1 ± 1.5) Ma^[6,7];辉绿玢岩呈 NS 向的岩脉产出,锆石 SHRIMP U-Pb 成岩年龄(87.2 ± 1.6) Ma^[6,7]。在二长花岗岩和辉绿玢岩与围岩的接触带内均发育矽卡岩化,工业铜矿体主要产于二长花岗岩与围岩接触带及附近,辉绿玢岩脉伴有浸染状铜矿化。二长花岗岩为小岩株产出,为花岗等粒、似斑状结构,其斑晶由斜长石、钾长石、石英、黑云母及角闪石组成,粒径一般为 0.5 ~ 5 mm,个别可达 10 mm,含量约占岩石体积的 35%;基质具显微花岗结构,主要组成矿物与斑晶一致,粒径一般为 0.1 ~ 0.2 mm;此外,基质中还有少量副矿物和金属矿物,如楣石、锆石、磷灰石及磁铁矿等^[6]。

3 矿床特征

3.1 矿体特征

矿体主要产于二长花岗岩与晚古生代二叠纪海相碳酸盐岩的接触带,矿体形态随接触带构造变化而变化,一般为透镜状、脉状,少量呈似层状;少数矿



1-第四系; 2-日贡拉组; 3-敌布错组; 4-下拉组; 5-昂杰组; 6-拉嘎组; 7-燕山晚期中细粒黑云母花岗岩; 8-燕山晚期二长花岗岩; 9-燕山晚期花岗岩闪长岩; 10-花岗伟晶岩脉; 11-花岗斑岩脉; 12-二长闪长岩脉; 13-性质不明断层; 14-实测正断层; 15-实测整合岩层界线; 16-实测不整合岩层界线; 17-侵入接触界线及产状; 18-岩相界线; 19-砂卡岩化; 20-大理岩化; 21-铁矿化体; 22-铜矿化体; 23-产状; 24-向斜轴线; 25-背斜轴线; 26-95 勘探线

1-Quaternary; 2-Rigongla Formation; 3-Dibucuo Formation; 4-Xiala Formation; 5-Angjie Formation; 6-Laga Formation; 7-medium-fine grained biotite granite in Late Yanshan period; 8-adamellite in Late Yanshan period; 9-granodiorite in Late Yanshan period; 10-granitic pegmatite dikes; 11-granite porphyry vein; 12-monzodiorite vein; 13-fault without clear properties; 14-measured normal faults; 15-measured integration strata boundary; 16-measured unconformity strata boundary; 17-intrusive contact boundary and occurrence; 18- lithofacies boundary; 19-skarnized; 20-marbleization; 21-iron orebody; 22-copper orebody; 23-occurrence; 24-syncline axis; 25-anticline axis; 26-95 exploration line

图 3 日阿铜矿区地质图

Fig.3 Geological map of Ri'a deposit area

表 1 矿体地质特征表^[8]

Table 1 The table of each orebody's geological characteristics^[8]

矿体号	矿体形态	矿体规模			矿体产状			平均品位 %
		长/m	宽/m	平均厚/m	走向	倾向	倾角	
Cu-1	似层状	600	-	4	EW	N	45°~55°	13.95
Cu-2	似层状、透镜状	300	-	10.07	NW-EW-NE	NE-N-NW	50°~65°	1.63
Cu-3	似层状、脉状	350	-	3.89	NNW	S WW	50°~65°	0.88
Cu-4	似层状、脉状	300	-	5.85	S WW-NEE	NNW	45°~60°	2.41
Cu-5	脉状	500	-	4.10	NW-SE	NE	65°~70°	0.87
Cu-6	宽脉状	500	-	6.86	NW-SE	NE	65°~75°	0.66
Cu-7	似层状	950	-	3.68	NWW-SN-NE-SE-SSW	S WW-W-NE-SW-S WW	45°~50°	1.94
Cu-8	似层状、脉状	450	-	3.34	S WW-SEE	NNW	50°	0.81

体产于中细粒黑云母花岗岩闪长岩内部的构造破碎带中,矿体形态随破碎带产状、形态变化而变化,一般

为似层状、透镜状、脉状(图 4)。目前经地质调查与矿产评价初步发现 8 个铜矿体,其产状及规模严格

受岩体与围岩接触面、地层层间构造破碎带及北西向断裂构造控制(表1)。

围岩蚀变主要分布在岩体与围岩的内外接触带,蚀变带的形态展布与岩体接触带的形态密切相关,主要为矽卡岩化,宽度 250 ~ 1200 m,最宽处可达 2000 m,可见长度达 7000 m。少量云英岩化、青盘岩化、黄铁矿化、大理岩化、绿泥石化及绿帘石化等。蚀变矿物以石榴子石、透辉石和石英为主,其次有斜长石、阳起石、金云母、绿泥石、绿帘石、绢云母等。

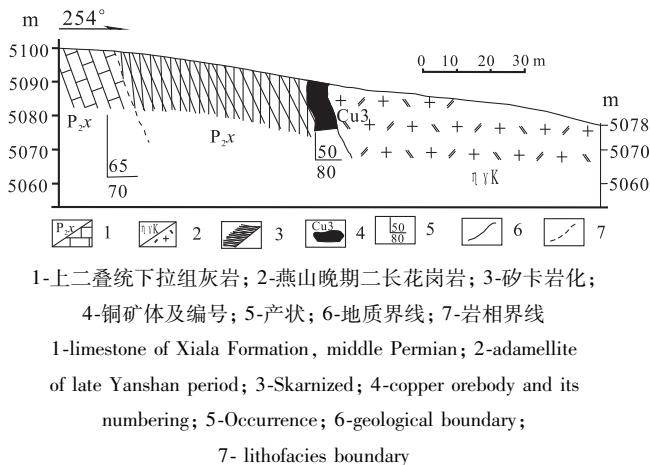


图4 Cu-3号矿体96线剖面图^[9]

Fig.4 Geological profile of 96 exploration line, Cu orebody 3^[9]

3.2 矿石特征

矿石主要结构有结晶作用形成的自形-半自形-它形粒状结构,交代作用形成的侵蚀结构、残余结构等;矿石构造以块状构造、浸染状构造为主,少量脉状、条带状构造、蜂窝状、土状、皮壳状等构造。

矿石矿物成分中金属矿物为黄铜矿、黄铁矿、磁铁矿,含少量赤铁矿,局部见晚期的含硫化物石英脉穿插。表生矿物有褐铁矿、针铁矿、铜蓝、孔雀石等;非金属矿物主要有蛇纹石、方解石、石英、透辉石、尖晶石、绿泥石、石榴石、榍石等。

4 成矿地质条件

4.1 围岩条件

形成矽卡岩有利的围岩,主要是各种碳酸盐岩石或含碳酸盐矿物的岩石,其次是部分含钙质的火山岩(安山岩、英安岩、凝灰岩),当火山岩系中含有石灰岩夹层时最有利于矽卡岩矿床形成,不纯的薄层的碳酸盐比纯净的厚层的碳酸盐有利于成矿。矿区内二叠系下拉组是铜矿床形成的重要条件,区内1、2、3、4、7、8号矿体均分布在该组地层或与尼雄二

长花岗岩岩体的侵入接触界面中^[8,9],而且由于该组地层的生物碎屑灰岩,方解石大理岩,大理岩化灰岩化学性质活泼,物理性质较脆,特别是在硅化后更易破裂,其渗透性更强,加之相邻的上下层位是各类矽卡岩,蚀变花岗岩,机械性质截然不同,便于含矿溶液流通,并且化学成份不同,便于发生交代作用。因而矿体厚度中等,品位比较高。

4.2 构造条件

控岩、控矿构造主要是隆格尔-念青唐古拉复合古岛弧带边界断裂带,该断裂带呈NW-SEE向,控制了海相沉积地层的分布。中酸性岩浆断裂相继侵位,岩浆热液中的铁铜多金属成矿物质沿断裂带、岩体与围岩接触蚀变带分布。层间断裂面及侵入接触面等为主要赋矿构造。侵入体与围岩接触界面是形成铜矿体的必要条件,1、2、3、7号矿体均赋存在尼雄二长花岗岩体与二叠系下拉组的接触带中。另在二长花岗岩体附近或隐伏的花岗岩体之上的大理岩中层理发育,特别是在大理岩,硅化矽卡岩化大理岩的层间剥离、层间破碎带及构造裂隙较发育,正是这些构造为含矿溶液提供了通道和有利的空间,因此在略远离侵入体的围岩中4、8号矿体的连续性亦较好。

4.3 岩浆岩条件

有利于矽卡岩矿床形成的岩浆岩,主要是中酸性侵入岩,特别是钙碱性系列的钾、钠含量偏高的中酸性侵入岩,以上种类岩石对于不同的矽卡岩矿床有成矿专属性,有利于矽卡岩型铜矿床形成的岩浆岩为中深成的中酸性侵入岩。本矿区内南东部及西部二长花岗岩侵入过程中冷凝分异的矿液是形成铜矿体的先决条件。1、2、3、7号矿体直接与尼雄二长花岗岩体接触;而5、6号矿体直接产于二长花岗岩体中,从二长花岗岩与矿体及围岩的接触关系看,尼雄二长花岗岩是矿床形成的重要岩浆岩条件。

5 矿床形成过程及成矿模式

5.1 成矿过程

该矿床的成矿过程具有岩浆晚期残余气液矿化和岩浆期后热液矿化的特点,根据卡尔波娃的两期五阶段及日阿铜矿床产出特征、矿石构造以及矿物组合特征,可推测该矽卡岩型铜矿的形成经历了岩浆热液接触交代期和表生期^[10]。其中前者是主要的成矿时期,表生期矿石在地表遭受氧化淋滤,形成褐铁矿、孔雀石、辉铜矿、铜蓝等。主要成矿期进一步划分为矽卡岩阶段、氧化物阶段、早期石英硫化物阶段,其特征如下:

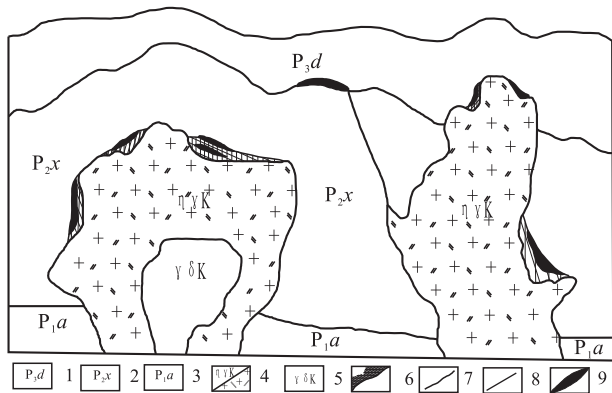
(1) 矽卡岩阶段: 岩浆晚期残余气液交代围岩和岩体, 产生石榴子石、透辉石化、钾长石化和黑云母化, 形成的矿物有透辉石、透闪石、石榴子石、阳起石等。透辉石呈半自形柱状, 长径 0.5 ~ 1.2 mm; 透闪石长柱状, 长径 0.5 ~ 1.1 mm; 石榴子石为褐色, 粒状, 粒径 1 ~ 2.5 mm; 阳起石纤维状、集合体束状、放射状, 分布不均, 多以团块状交代透辉石、透闪石, 可能有的还交代原生斜长石, 此阶段有少量金属矿物磁铁矿形成, 未形成具有工业意义的铜矿体。

(2) 氧化物阶段: 氧化物阶段的绿泥石、绿帘石、透辉石交代无水矽卡岩中透辉石、石榴子石, 形成含水矽卡岩, 伴生磁铁矿、赤铁矿化、微弱铜矿化, 但未形成具工业意义的铜矿体。

(3) 早期石英硫化物阶段: 石英硫化物阶段是铜矿床最主要的成矿阶段, 即产生黄铜矿化、黄铁矿化和晚期的方铅矿化, 形成黄铜矿、黄铁矿、少量方铅矿等; 伴生有硅化、绢云母化和绿泥石化。

5.2 成矿模式

矿体主要分布在中酸性侵入体与周围岩石的接触带中, 另外在围岩的层间裂隙中也有矿体分布, 矿床形成与岩浆分异冷凝有密切的关系, 围岩性质、接触带构造及交代作用强度的影响, 导致了矿体产状及形态的复杂性; 岩浆的侵入具有多期次性, 与矿床



1-上二叠统敌布错组含炭粉砂质泥岩; 2-中二叠统下拉组(含)生物碎屑微晶灰岩; 3-下二叠统昂杰组砾岩、含砾粉砂岩、长石岩屑砂岩; 4-燕山晚期二长花岗岩; 5-燕山晚期花岗岩闪长岩; 6-矽卡岩化; 7-地质界线; 8-断层; 9-铜矿(化)体

- 1-carbon mudstone in Dibucuo Formation in Upper Permian;
2-bioclastic limestone in Xiala Formation in Middle Permian;
3-conglomerate, pebbled siltstone, feldspathic litharenite in Angjie Formation in Lower Permian; 4-adamellite in Late Yanshan period;
5-granodiorite in Late Yanshan period; 6-skarnized 7-geological boundary; 8-fault; 9-copper orebody

图 5 日阿式矽卡岩型铜矿床成矿模式图

Fig. 5 Metallogenic model of skarn type copper deposits in Ri'a

形成有关的岩浆为中晚期侵入的岩浆, 其所含热液不仅是成矿物质的载体, 而且所产生的压应力和热能也成为成矿流体运移的驱动力, 早期侵入岩体部分被晚期侵入岩体同化、交代, 大量成矿物质进入晚期中酸性岩内。综上所述, 建立本矿床的成矿模式^[13~15](图 5)。

6 结 论

(1) 燕山晚期二长花岗岩与二叠系下拉组生物灰岩接触带构造、围岩层间破碎构造带, 是形成该矽卡岩矿床最直接, 最必要的地质条件, 也是在该区域上寻找类似矿床的重要标志。

(2) 日阿铜矿床产于拉萨地块内(冈底斯成矿带), 由矿体中与金属矿物共生的金云母测定给出的⁴⁰Ar/³⁹Ar 成矿年龄为(87.69 ± 0.64) Ma^[6], MSWD = 0.42, 与二长花岗岩的锆石 U-Pb SHRIMP 年龄 90.1 Ma^[6,7] 基本一致, 表明成矿作用与二长花岗岩有密切关系, 该矿床是与二长花岗岩有关的矽卡岩型铜矿床。

(3) 主要成矿过程经历了岩浆热液接触交代期和表生期, 其中岩浆热液接触交代成矿期又可分为矽卡岩阶段, 氧化物阶段, 早期石英硫化物阶段。

(4) 成矿作用主要是岩浆热液接触交代成矿作用, 主要矿体赋存在岩体和围岩的接触带(图 5), 矿化类型为继承型矿化^[12]。

(5) 矿床成矿模式的建立, 对在该地区同类型矿床的找矿工作和矿床类型确定有着重要的意义, 它形象地阐明了成矿地质条件, 矿体产出的部位及成矿受岩体、地层岩性、构造控制的特点, 日阿铜矿成因类型为矽卡岩型铜矿床。

致 谢: 感谢西藏自治区地质调查院的大力支持和张林、程超杰、孙建东、康丛轩、张世铭的参与, 同时还感谢肖渊甫教授在文章撰写过程中提出了宝贵的意见和技术上的指导。

参考文献 (References):

- [1] 潘桂棠, 李兴振, 王立全, 丁俊, 陈智梁. 青藏高原及邻区大地构造单元初步划分[J]. 地质通报, 2002, 21(11): 701—707.
Pan Guitang, Li Xingzhen, Wang Liquan, Ding Jun, Chen Zhiliang. Preliminary division of tectonic units of the Qinghai-Tibet Plateau and its adjacent regions[J]. Regional Geology of China, 2002, 21(11): 701—707. (in Chinese with English abstract)
[2] 辛洪波, 曲晓明. 藏西措勤县日阿与斑(玢)岩有关的铜矿床的矿床地质特征与成矿时代[J]. 矿床地质, 2006, 25(4):

- 478—482.
- Xin Hongbo, Qu Xiaoming. Geological characteristics and ore-forming epoch of Ri'a copper deposit related to bimodal rock series in Coqen County, western Tibet[J]. *Mineral Deposits*, 2006, 25(4): 478—482. (in Chinese with English abstract)
- [3] 曲晓明, 侯增谦, 黄卫. 冈底斯斑岩铜矿(化)带: 西藏第二条“玉龙”铜矿带? [J]. *矿床地质*, 2001, 20(4): 355—366.
- Qu Xiaoming, Hou Zengqian, Huang Wei. Is Gangdese porphyry copper belt the second “Yulong” copper belt? [J]. *Mineral Deposits*, 2001, 20(4): 355—366. (in Chinese with English abstract)
- [4] 潘桂棠, 莫宣学, 侯增谦, 朱弟成, 王立全, 李光明, 赵志丹, 耿全如, 廖忠礼. 冈底斯造山带的时空结构及演化[J]. *岩石学报*, 2006, 22(3): 521—533.
- Pan Guitang, Mo Xuanxue, Hou Zengqian, Zhu Dicheng, Wang Liquan, Li Guangming, Zhao Zhidan, Geng Quanru, Liao Zhongli. Spatial-temporal framework of Gangdese Orogenic Belt and its evolution[J]. *Acta Petrologica Sinica*, 2006, 22(3): 521—533. (in Chinese with English abstract)
- [5] 张晓倩, 朱弟成, 赵志丹, 王立全, 黄建村, 莫宣学. 西藏措勤尼雄岩体的岩石成因及其对富 Fe 成矿作用的潜在意义[J]. *岩石学报*, 2010, 26(6): 1793—1804.
- Zhang Xiaoqian, Zhu Dicheng, Zhao Zhidan, Wang Liquan, Huang Jiancun, Mo Xuanxue. Petrogenesis of the Nixiong pluton in Coqen, Tibet and its potential significance for the Nixiong Fe-rich mineralization[J]. *Acta Petrologica Sinica*, 2010, 26(6): 1793—1804. (in Chinese with English abstract)
- [6] 辛洪波, 曲晓明. 藏西措勤县日阿与斑(玢)岩有关的铜矿床的矿床地质特征与成矿时代[J]. *矿床地质*, 2006, 25(4): 477—482.
- Xin Hongbo, Qu Xiaoming. Geological characteristics and ore-forming epoch of Ri'a copper deposit related to bimodal rock series in Coqen County, western Tibet[J]. *Mineral Deposits*, 2006, 25(4): 477—482. (in Chinese with English abstract)
- [7] 曲晓明, 辛洪波, 徐文艺, 杨竹森, 李振清. 藏西措勤含铜双峰岩系的发现及其意义[J]. *岩石学报*, 2006, 22(3): 707—716.
- Qu Xiaoming, Xin Hongbo, Xu Wenyi, Yang Zhusen, Li Zhenqing. Discovery and significance of copper-bearing bimodal rock series in Coqin area of Tibet[J]. *Acta Petrologica Sinica*, 2006, 22(3): 707—716. (in Chinese with English abstract)
- [8] 吴旭铃, 陈振华. 西藏尼雄岩体岩石地球化学特征及其成因探讨[J]. *中国地质*, 2005, 32(1): 122—127.
- Wu Xuling, Chen Zhenhua. Geochemistry and genesis of the Nyixung rock body in northern Tibet[J]. *Chinese Geology*, 2005, 32(1): 122—127. (in Chinese with English Abstract)
- [9] 袁健芽, 曹圣华, 罗小川, 胡为正. 西藏措勤县尼雄砂卡岩型铁铜矿田的发现及地质特征与找矿意义[J]. *中国地质*, 2007, 814(7): 88—94.
- Yuan Jianya, Cao Shenghua, Luo Xiaochuan, Hu Weizheng. Discovery, characteristics and significance of the Nyixung skarn iron-copper field in Coqên County, Tibet[J]. *Geology in China*, 2007, 814(7): 88—94. (in Chinese with English Abstract)
- [10] 江西省地质调查研究院. 西藏自治区措勤—昂仁地区铁铜矿评价成果报告[R]. 西藏: 西藏自治区地质调查院, 2005: 47—62.
- Jiangxi Research Institute of Geological Survey. Evaluation report for iron-copper deposits, Cuole-Angren area, Tibet autonomous Region[R]. Tibet: Tibet Research Institute of Geological Survey, 2005: 47—62. (in Chinese)
- [11] 西藏自治区地质矿产局. 西藏自治区岩石地层[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1997.
- Tibet Development Bureau of Mineral Resource Exploration. Rock and stratum in Tibet[M]. Wuhan: China University of Geoscience Publishing House, 1997. (in Chinese)
- [12] 袁见齐, 朱上庆, 翟裕生. 矿床学[M]. 北京: 地质出版社, 1979, 130—132.
- Yuan Jianqi, Zhu Shangqing, Zhai Yusheng. Mineral deposits[M]. Beijing: Geological Publishing House, 1979: 130—132. (in Chinese)
- [13] 裴荣富. 中国矿床模式[M]. 北京: 地质出版社, 1995.
- Pei Rongfu. Mineral deposit models of China[M]. Beijing: Geological Publishing House, 1995. (in Chinese)
- [14] 《中国矿床》编委会. 中国矿床(上册)[M]. 北京: 地质出版社, 1994.
- Editorial Committee of Deposits in China. Deposits in China (book I)[M]. Beijing: Geological Publishing House, 1994. (in Chinese)
- [15] 高怀中. 矿床模式[M]. 北京: 地质出版社, 2005.
- Gao Huaizhong. Mineral deposit models[M]. Beijing: Geological Publishing House, 2005. (in Chinese)