

The Discovery and Geological Significance of Rich Lead-Zinc Orebody in the Volcanic Sedimentary Rocks of Tanjianshan Group in Niukutou Mining Area, Qinghai Province

Runtang Jian¹, Xiankun Zhao¹, Fan Yang¹, Jiaduo Li²

¹Kunming Institute of Exploration & Design, China Nonferrous Industry Company Ltd., Kunming Yunnan

²Qinghai Hongxin Mining Co., Ltd., Golmud Qinghai

Email: 529549698@qq.com

Received: May 26th, 2017; accepted: Jun. 12th, 2017; published: Jun. 15th, 2017

Abstract

Through detailed field geological mapping and petrography study, it's preliminarily determined that the outcropping layer of M2 magnetic anomaly area in the Niukutou mining area is Tanjianshan Group. Through the drilling, it found layered rich lead-zinc orebody in the volcanic sedimentary rocks of Tanjianshan group. The research proves that it has the potential to find thick and rich lead-zinc ore bodies.

Keywords

Qinghai, Niukutou, Tanjianshan Group, Lead-Zinc Orebody

青海省牛苦头铁矿区滩间山群火山沉积岩中层状富铅锌矿体的发现及其地质意义

坚润堂¹, 赵献昆¹, 杨帆¹, 李加多²

¹中国有色金属工业昆明勘察设计研究院有限公司, 云南 昆明

²青海鸿鑫矿业有限公司, 青海 格尔木

Email: 529549698@qq.com

收稿日期: 2017年5月26日; 录用日期: 2017年6月12日; 发布日期: 2017年6月15日

摘要

通过详细的野外地质填图及室内岩相学研究,初步确定牛苦头矿区M2磁异常区出露地层为早古生界奥陶系滩间山群,布设钻孔首次在滩间山群火山沉积岩中揭露到层状富铅锌矿体,证明该区滩间山群中具有寻找厚大的富铅锌矿体的潜力。

关键词

青海,牛苦头铁矿床,滩间山群,铅锌矿

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

地质找矿是一项充满风险而又耗时的工作,基础地质研究在找矿过程中非常重要,然而很多勘查单位找矿勘查过程中,往往看重早期资料的重复使用,不注重资料的综合、更新和深入研究并与现场实际情况紧密结合,经常导致找矿效果不佳,甚至判断失误,给业主单位造成巨大的经济损失。

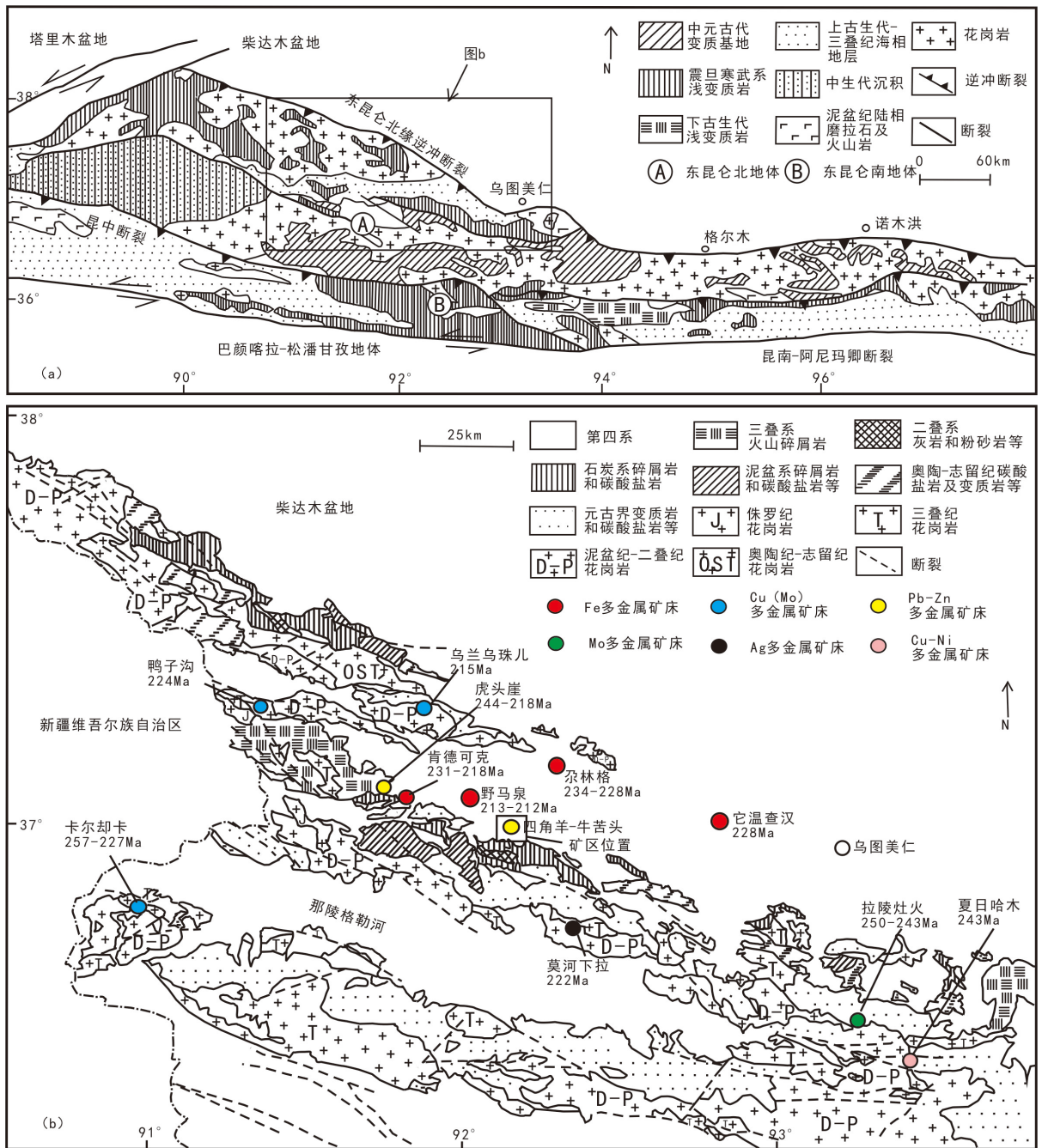
祁漫塔格地区是东、西昆仑成矿带的纽带,因其大地构造位置与成矿作用独具特色,历来都是地质工作者重点关注的热点地区之一。尤在是近些年来,随着地质找矿工作的快速推进及相关科学研究的逐步深入,该区发现了一批中-大型斑岩-矽卡岩型多金属矿床,包括虎头崖铜铅锌矿床、肯德可克铁钴铋矿床、野马泉铁锌多金属矿床、孕林格铁多金属矿床、它温查汉铁多金属矿床、卡而却卡铜钼多金属矿床、四角羊铅锌多金属矿床、长山多金属矿床等(图1) [1]-[7],成为柴达木南缘较有远景的斑岩-矽卡岩型铁、铜多金属资源接替地[8] [9]。

牛苦头铁多金属矿床位于东昆仑祁漫塔格成矿带东部,为区内一处大型铁铅锌多金属矿产地。根据磁异常特征共圈定出6个磁异常区,其中M1和M2磁异常区已进入开发建设阶段,矿床规模达大型,深边部矿体仍未封边,M2、M3、M5和M6磁异常区因为一直未能取得找矿突破已被列入拟处置之列。早期勘查单位认为矿区出露地层为上石炭统苏组大理岩及结晶灰岩,成矿母岩为印支期二长花岗岩,矿床成因为典型的接触交代矽卡岩型。笔者有幸在该区开展了一些基础地质工作,并重点针对M2、M3、M5和M6磁异常区进行了较为详细的研究,通过大比例尺岩性填图、钻孔岩芯编录、室内岩相学研究,并与区域地层的对比分析,确定M2磁异常区出露地层为早古生界奥陶-志留系滩间山群火山-沉积岩系,该套火山沉积建造具有良好的找矿潜力。基于初步研究成果布设钻孔进行验证,在M2磁异常区深部揭露到14m高品位层状厚大铅锌矿体,矿区找矿工作取得阶段性突破。

本文以基础地质研究为切入点,通过对区域成矿地质条件的分析,矿床地质特征的深入研究,紧密结合矿山实际,查明影响矿区找矿突破的关键地质问题,及时调整找矿思路,取得找矿新进展,为矿山地质找矿工作提供了新的思路。

2. 区域地质背景

研究区位于东昆仑祁漫塔格山北坡,东昆北断裂以北,那陵郭勒河断裂北部。大地构造位置处于北



(a) 东昆仑地区地质简图(据文献[14]); (b) 青海祁漫塔格地区矿产地质简图(据青海省第三地质矿产勘查院, 2013 修改)

Figure 1. Regional geological diagram of Qimantage area, East Kunlun Mountains
图 1. 东昆仑及祁漫塔格地区区域地质简图

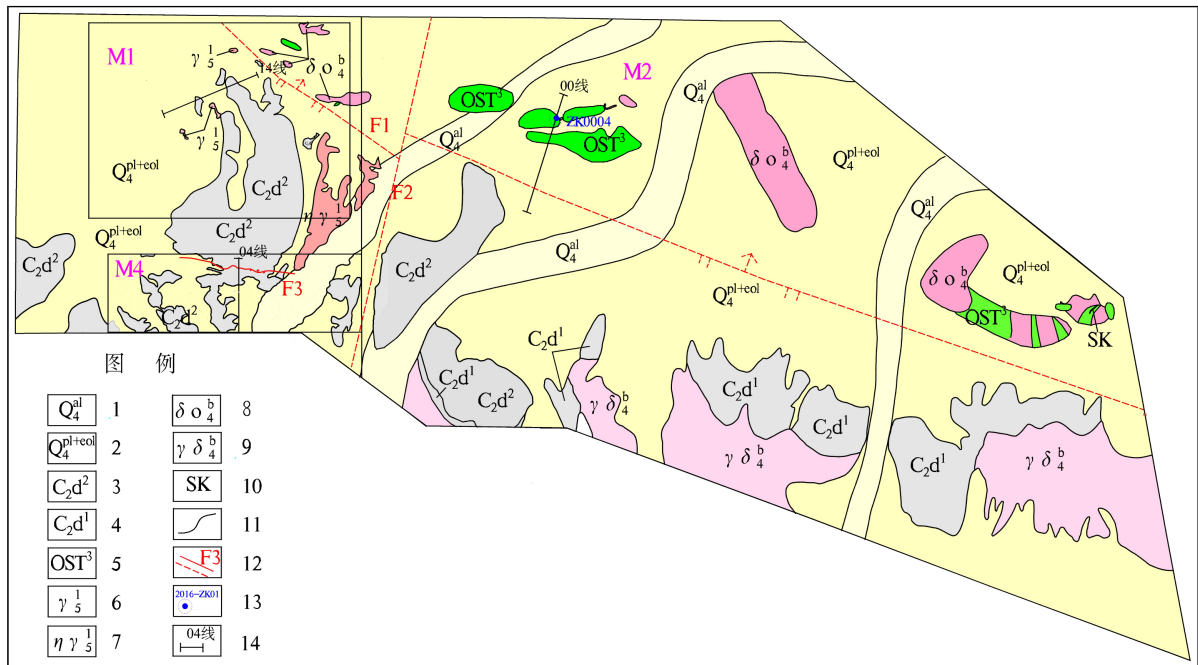
祁漫塔格早古生代岩浆弧及祁漫塔格早古生代结合带, 属祁漫塔格-都兰华力西期铁、钴、铜、铅、锡成矿带(III级)之野马泉-开木棋河华力西期铅、锌、钴成矿亚带(IV), 是东昆仑中部铅锌铜铁矿成矿带重要的组成部分[10] [11] [12] [13] (图 1)。

区内出露的地层主要有古-中元古界金水口群白沙河组黑云母斜长片麻岩、花岗岩片麻岩、黑云母斜长角闪岩、混合岩; 中元古界长城系小庙组石英片岩、石英岩; 中元古界蓟县系狼牙山组条带状大理岩、

白云岩和白云质灰岩；奥陶-志留系滩间山群基性-酸性火山岩、火山碎屑岩、硅质岩和碳酸盐岩；泥盆系牦牛山组砂砾岩、基性-酸性熔岩夹火山碎屑岩；石炭系大干沟组砂岩、粉砂岩、砾岩，缙敖苏组灰岩、大理岩、砂岩和四角羊沟组灰岩、白云岩；二叠系打柴沟组白云质灰岩、燧石条带灰岩及生物碎屑灰岩；上三叠统鄂拉山组陆相火山碎屑岩夹火山熔岩[15][16]。受昆北和昆中两条深大断裂控制，区内主构造线为NW或近EW向，褶皱以NWW向的复式背斜和向斜构造为主，NWW向、NW向和近EW向断裂的交匯合部位是成岩成矿的有利部位。区内岩浆侵入活动频繁，以泥盆纪-二叠纪和三叠纪为主(图1(b))。泥盆纪-二叠纪侵入岩呈NWW向展布，岩性主要为英云闪长岩、花岗闪长岩、二长花岗岩等。三叠纪侵入岩呈NW向展布，与区内砂卡岩型多金属矿床关系密切，主要岩性有石英二长岩、花岗闪长岩、二长花岗岩、花岗斑岩和闪长岩等[17]-[23]。

3. 矿区地质概况

牛苦头矿区位于格尔木市北西方向230 km处，据磁异常特征圈定出M1、M2、M3、M4、M5、M6六个磁异常区(图2)，其中M1、M4磁异常区已达勘探阶段，矿床规模达大型，其它磁异常区因地质认识不清，找矿效果一直不理想。原勘查单位将矿区地层全部划归上石炭统，本次研究工作中发现M2磁异常区大面积出露一套以绿片岩为主的火山-沉积岩系，经过大量岩芯编录及岩矿鉴定，确定其为奥陶-志留系滩间山群火山岩、条带状大理岩和厚层状大理岩。上石炭统缙敖苏组主要在M1和M4磁异常区发育，以石英砂岩、含砾石英砂岩夹薄层状泥质粉砂岩、生物碎屑灰岩和大理岩为主。矿区地层总体走向NWW，倾向NNE，其中缙敖苏组地层倾角较缓，一般10°~20°，滩间山群地层倾角较陡，多在40°~60°之间，两套地层为断层接触，表明期间发生过地壳的上升。构造主要为北西向F1、F3断裂及北东向F2



1. 第四系全新统冲积砂砾石、亚砂土；2. 第四系全新统洪积砂砾、风积砂土；3. 上石炭统缙敖苏组上段灰白色大理岩、灰岩、结晶灰岩；4. 上石炭统缙敖苏组下段石英砂岩、含砾石英砂岩夹薄层状泥质粉砂岩、生物碎屑灰岩、大理岩、流纹-英安岩；5. 奥陶-志留系滩间山群条带状大理岩、大理岩、火山岩；6. 印支期花岗岩；7. 印支期二长花岗岩；8. 华力西期石英闪长岩；9. 华力西期花岗闪长岩；10. 砂卡岩；11. 地质界线；12. 实测、推断路层及编号；13. M2新施工钻孔及编号；14. 勘探线及编号

Figure 2. Geological sketch of Niukutou mining area

图 2. 牛苦头矿区地质简图

断裂, F1 断层走向北西, 倾向北东, 倾角约为 70°, 为滩间山群和締め苏组的接触界线, 因地表覆盖严重, 仅局部地段可见, 显示多期活动特征; F2 为一逆断层, 错断 F1 并使締め苏组地层发生错移, 据野外观察, 其下盘締め苏组底部含砾石英砂岩已出露地表; F3 为一逆断层, 倾向 N-NE, 倾角在 50°~70° 之间, 为区内一重要破矿构造, F1 和 F2 断层形成于成矿前, 对区内矿体产出具有一定控制作用。区内岩浆岩主要为印支期花岗岩、二长花岗岩及华力西期石英闪长岩、花岗闪长岩, 其中与成矿有关的主要为印支期岩体。

4. 早期认识

早期勘探工作认为, 区内出露地层均为上石炭统締め苏组上段大理岩和结晶灰岩(图 3), 地层走向 NWW, 总体倾向 NNE, 倾角在 10°到 30°之间; 未见明显断裂、褶皱; 成矿岩体主要为印支期二长花岗岩, 呈中细粒花岗结构, 块状构造, 主要由石英(25%~30%)、钾长石(25%~40%)、斜长石(20%~35%)、黑云母(±5%)等组成。

经钻孔揭露, M1、M4 磁异常区主要以 Cu、Pb、Zn、SFe 矿为主, 矿化分带较明显, 近岩体处以高

地层	代号	厚度(m)	柱状图	岩性描述	蚀变	矿化	
第四系	Q ₄	0.5-25		风积沙土			
上石炭统 締め苏组	上段	C ₂ d ²⁻⁵	85.5-140.4		灰黑色细晶灰岩, 多见白色、灰白色大理岩、硅质大理岩夹层	弱大理岩化、硅化、碳酸盐化	弱黄铁矿化
		C ₂ d ²⁻⁴	203.8-285		暗红色、灰白色大理岩, 向下部逐渐过渡为灰黑色大理岩, 夹灰白色大理岩, 见少量灰黑色结晶灰岩、炭质灰岩、炭质大理岩、角岩及灰白色硅化大理岩夹层, 局部偶夹浅灰绿色方铅矿闪锌矿石榴石矽卡岩	主要为大理岩化、绿帘石化、石榴石化、硅化、泥石化	弱方铅矿、闪锌矿、黄铁矿化
		C ₂ d ²⁻³	5-15		上部为弱绿帘石化矽卡岩, 下部为灰绿色方铅矿闪锌矿石榴石绿帘石矽卡岩	石榴石、绿帘石、弱碳酸盐化、泥石化	方铅矿、闪锌矿、弱磁铁矿化
		C ₂ d ²⁻²	2-7		红褐色磁铁矿化角岩, 局部夹灰白色大理岩	角岩化、弱绿帘石、绿帘石	磁铁矿化
		C ₂ d ²⁻¹	17-39		上部主要为灰绿色, 中部为红褐色绿帘石透辉石石榴石矽卡岩, 下部见灰绿色黄铜黄铁矿化绿帘石透辉石矽卡岩, 中间夹灰绿色方铅矿、闪锌矿化绿帘石、绿帘石矽卡岩、大理岩	石榴石、透辉石、绿帘石、绿帘石化	磁铁矿、方铅矿、闪锌矿、黄铜矿化

Figure 3. Comprehensive histogram of M1, M4 magnetic anomaly area in Niukutou mining area
图 3. 牛苦头矿区 M1、M4 磁异常区综合柱状图

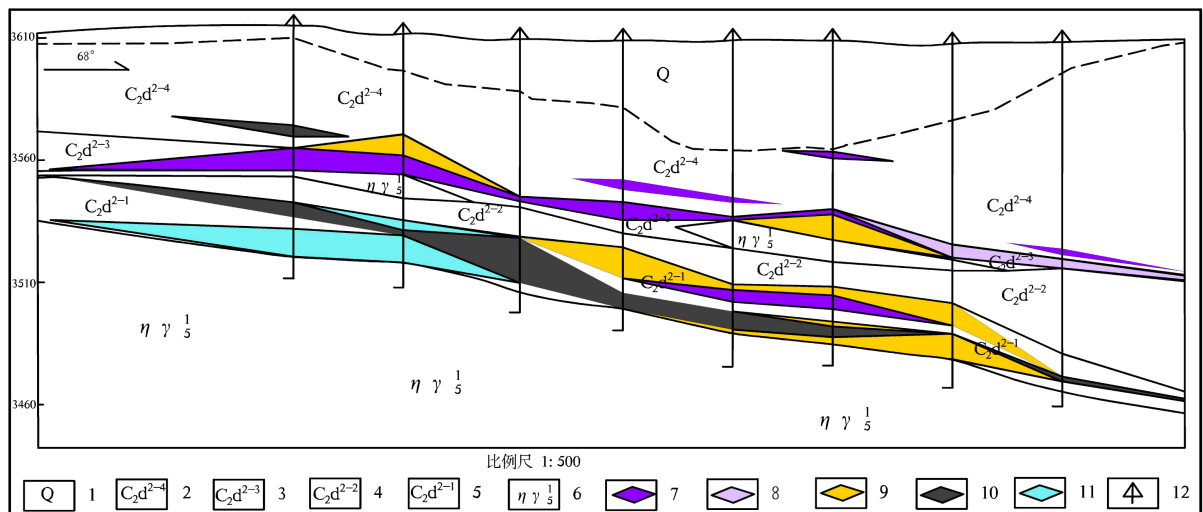
温 Cu、Fe 为主，远离岩体以 Pb、Zn 等低温成矿元素为主。矿体呈似层状、透镜体状，少数为豆瓣状，厚度及品位变化较大，分枝复合现象多见(图 4)。矿石矿物主要为闪锌矿、方铅矿、黄铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿、赤铁矿、白铁矿，脉石矿物以石榴子石、透辉石、透闪石、黑柱石、绿泥石、绿帘石、石英、方解石为主。矿石结构为它形晶粒状、半自形晶粒状、交代乳滴状、交代残余结构，构造以稀疏-稠密浸染状、细脉状、团块状、致密块状为主。区内蚀变较强，自岩体向上具明显的蚀变分带，依次为钾硅化带→石榴子石透辉石化带→透辉石透闪石化带→绿帘石绿泥石化带。其成因为与岩浆热液有关并以层间渗滤交代作用为主，且受构造裂隙控制的夕卡岩型铅锌多金属矿床。

5. 本次研究新认识

受早期勘查成果及早期地质资料的影响，区内找矿方向一直为以寻找接触交代夕卡岩型多金属矿床为主，并于 M2 磁异常区布设了 3 个钻孔(图 5)，但未能找到矽卡岩型矿(化)体。

本次填图工作发现，M2 磁异常区与 M1、M4 磁异常区存在本质区别。区内于 M2 磁异常区 F1 断裂北侧发现一套奥陶-志留系滩间山群地层，岩性主要为白色、暗红色大理岩夹多层晶屑凝灰岩及少量灰黑色炭质大理岩、灰白色条带状大理岩及灰绿色、灰褐色绿泥石化、绿帘石化片岩、灰褐色千枚岩等(图 6)，地层走向 NW，倾向 NE，倾角较陡，约 52°~75°，受地层观察的局限性，无法确切划分“段”、“层”，通过仅有的四个钻孔资料对比，区内地层岩相变化大，缺乏标志层，钻孔之间地层岩性对比困难，只能按钻孔岩性揭露情况初步划分为 6 层岩性组合(图 7)。区内钻孔编录资料显示，岩浆岩主要为华力西期紫红色强蚀变花岗岩、石英闪长玢岩、钾长花岗岩、花岗闪长斑岩等侵入体，主要由石英(35%~50%)、斜长石(20%~30%)、钾长石(15%~25%)、少量云母及其它矿物等组成(图 6(a)、图 6(j)、图 6(k)、图 6(l))，其与地层虽呈侵入接触，但两者接触界线清晰，且接触部位并无蚀变和矿化(图 6(a)、图 6(j))。而 F1 断裂南侧出露地层为上石炭统统苏组白色大理岩，岩浆岩为华力西期花岗闪长岩，地层与岩体呈沉积接触，未见蚀变、矿化(图 8)。

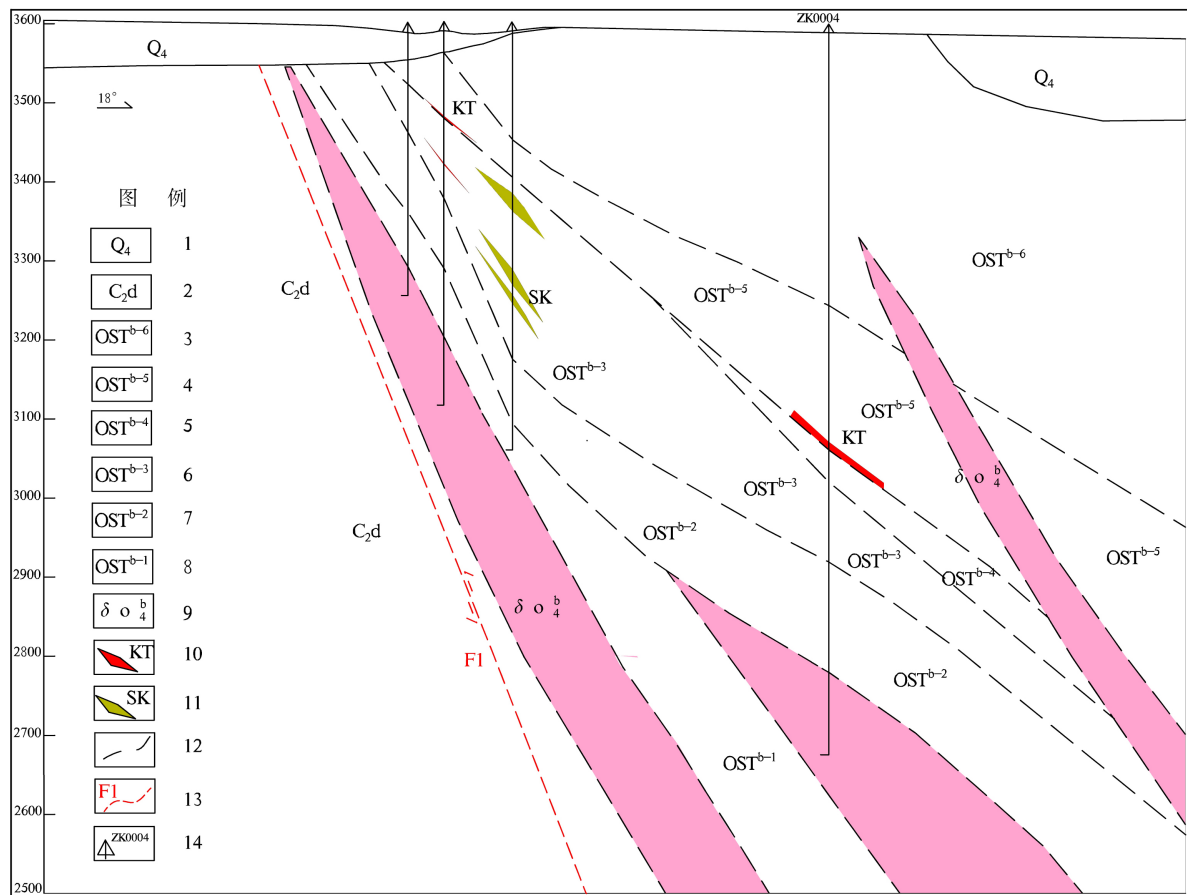
通过对前期物化探资料的综合分析研究，结合本次填图工作于 M2 磁异常区布设了 ZK0004 号孔(图 6)。该孔于 520 m 左右发现约 14 m 厚大铅锌矿体，Pb + Zn 品位约 11% 左右，与上下盘含炭质大理岩围



1. 第四系浮土；2. 统统苏组上段四层；3. 统统苏组上段三层；4. 统统苏组上段二层；5. 统统苏组上段一层；6. 铅锌矿体；7. 低品位铅锌矿体；8. 硫铅锌矿体；9. 硫矿体；10. 硫铜矿体；11. 钻孔编号及标高

Figure 4. No. 14 profile of M1 magnetic anomaly area in Niukutou mining area

图 4. 牛苦头矿区 M1 磁异常区 14 号勘探线剖面图



1. 第四系浮土；2. 上石炭统缙敖苏组上段；3. 奥陶 - 志留系滩间山群六层；4. 奥陶 - 志留系滩间山群五层；5. 奥陶 - 志留系滩间山群四层；6. 奥陶 - 志留系滩间山群三层；7. 奥陶 - 志留系滩间山群二层；8. 奥陶 - 志留系滩间山群一层；9. 华力西期花岗岩体；10. 铅锌矿体；11. 矽卡岩；12. 推测地质界线；13. 推测断层及编号；14. 钻孔位置及编号

Figure 5. No. 00 profile of M2 magnetic anomaly area in Niukutou mining area

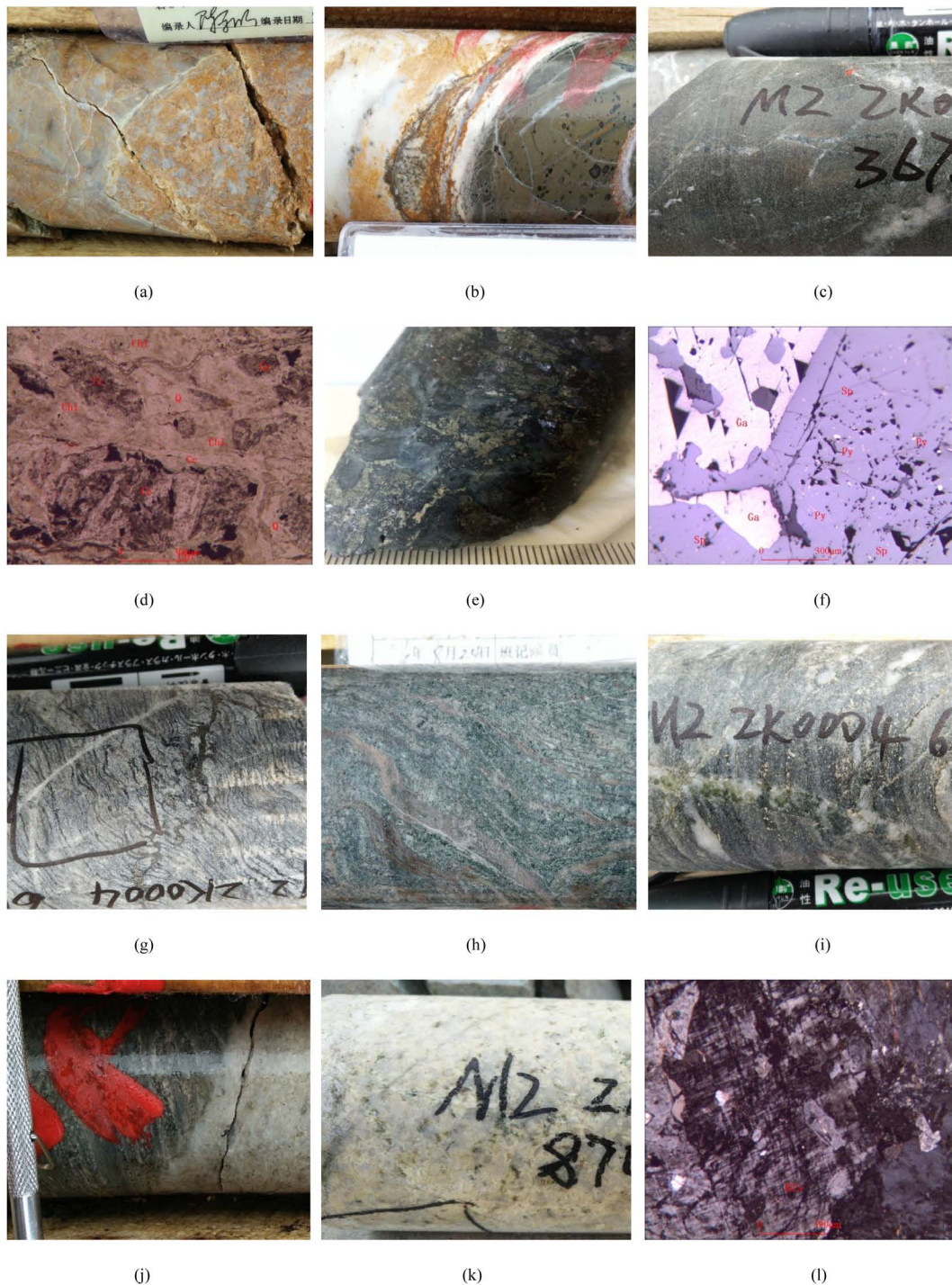
图 5. 牛苦头矿区 M2 磁异常区 00 号勘探线剖面图

岩整合接触，倾角较陡，约 58°，呈层状、似层状，由于本次只是单孔控制，其具体形态还有待进一步研究。矿石矿物主要为方铅矿、闪锌矿、黄铁矿，少量黄铜矿，脉石矿物主要为少量绿帘石、绿泥石、透辉石、石英、石墨、方解石等，基本未见典型矽卡岩类矿物，见半自形 - 它形粒状方铅矿、闪锌矿浸染状、块状分布(图 6(e)、图 6(f))，围岩中基本未见蚀变、矿化，且与矿体接触界线清晰，结合早期在该勘探线上施工的部分钻孔资料分析，认为 M2 磁异常区并未发育典型矽卡岩型矿床的矿化蚀变分带特征，该磁异常区的铅锌矿体可能是早期喷流沉积成矿，受到后期热液改造进一步富集而成。

6. 结论

综合研究认为，牛苦头矿区至少存在两种不同的矿床类型，其中 M1、M4 磁异常区属典型的与岩浆热液有关的矽卡岩型铅锌铁铜多金属矿床，矿化蚀变分带明显，矿体品位变化大、空间形态受岩体空间形态影响大，资源储量扩增空间有限；M2 磁异常区为与滩间山群火山沉积作用有关的层状铅锌矿床，走向上延伸较远，成矿作用可能为火山喷流沉积+热液改造类型，找矿潜力较大，应重点开展找矿研究。

祁漫塔格 - 都兰华力西期铁、钴、铜、铅锌、锡成矿带一直以寻找矽卡岩型多金属矿为主，本次在滩间山群中发现层状富厚铅锌矿体为该区寻找其他类型铅锌矿床打开了新思路。



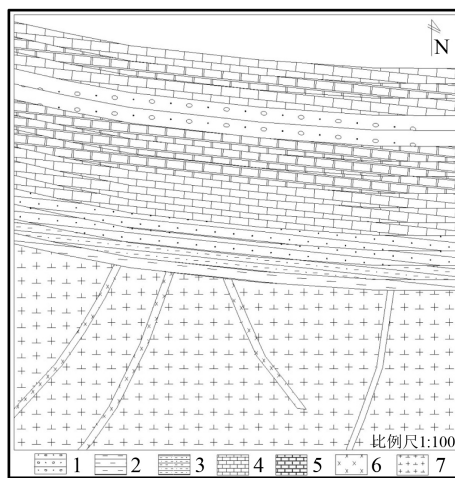
(a) M2-ZK0004-33.3m 处紫红色强蚀变花岗岩与白色大理岩侵入接触；(b) M2-ZK0004-59.2m 青灰色含角砾凝灰岩与大理岩顺层接触；(c) M2-ZK0004-367.7m 深灰色钙质凝灰岩；(d) M2-ZK0004-367.7m 深灰色钙质凝灰岩单偏光，10 \times ；(e) M2-ZK0004-520m 黄铁矿方铅矿闪锌矿矿石；(f) M2-ZK0004-520m 黄铁矿方铅矿闪锌矿矿石 10 \times ；(g) M2-ZK0004-609.4m 灰白色纹层状含炭质大理岩；(h) M2-ZK0004-673.3m 灰绿色夹灰白色条带状绿片岩；(i) M2-ZK0004-695.1m 深灰色强硅化揉皱纹层状炭质千枚岩；(j) M2-ZK0004-809.4m 花岗岩与千枚岩侵入接触，接触界线清晰，未见蚀变、矿化；(k) M2-ZK0004-870.9m 白色、黄绿色强蚀变花岗岩；(l) M2-ZK0004-870.9m 白色、黄绿色强蚀变花岗岩中见钾长石格子双晶正交，10 \times 。

Figure 6. Field and microscopic photograph of M2 magnetic anomaly area in Niukutou mining area
图 6. 牛苦头矿区 M2 磁异常区野外及镜下照片

地层	代号	厚度(m)	柱状图	岩性描述	蚀变	矿化
第四系	Q ₄	1.7-34		风积沙土		
奥陶系 中段 志留系 濰间山群	OST ^{b-6}	329.3		灰白色、暗红色大理岩，夹多层晶屑凝灰岩及少量灰黑色炭质大理岩	大理岩化、弱绿泥化、石碳酸盐化	赤铁矿、黄铁矿、弱磁化
	OST ^{b-5}	50-201		深灰色、灰黑色炭质大理岩，夹多层凝灰岩，底部见约10m厚铅锌矿石	大理岩化、弱绿泥化、石碳酸盐化	黄铁矿、磁黄铁矿、弱磁化
	OST ^{b-4}	0-24		深灰色略带红色磁黄铁矿化角岩，局部夹灰白色大理岩	弱绿泥石化	弱黄铁矿化、磁黄铁矿化
	OST ^{b-3}	90-210		灰白色、灰绿色条带状大理岩，局部夹深灰色含炭质大理岩和硅质岩	大理岩化、弱绿泥化、石碳酸盐化、硅化	弱黄铁矿化、磁黄铁矿化、铅锌矿化
	OST ^{b-2}	86-140		灰绿色、灰褐色绿泥石化、绿帘石化绿片岩，局部可见少量深灰色大理岩、含角砾凝灰岩夹层	绿泥石化、绿帘石化、石碳酸盐化、硅化	弱黄铁矿化、磁黄铁矿化、铅锌矿化
	OST ^{b-1}	37-60		灰白色大理岩	大理岩化、弱蛇纹石化	

Figure 7. Comprehensive histogram of M2 magnetic anomaly area in Niukutou mining area

图 7. 牛苦头矿区 M2 磁异常区综合柱状图



1. 含砾砂岩; 2. 砂质泥岩; 3. 泥岩; 4. 灰岩; 5. 大理岩; 6. 辉绿岩; 7. 花岗闪长岩

Figure 8. Geological sketch of the contact zone between the stratum and granite on the south side of fracture F1 in M2 magnetic anomaly area, Niukutou mining area

图 8. 牛苦头矿区 M2 磁异常区 F1 断裂南侧花岗岩体与地层接触带素描图

基金项目

云南铜业(集团)有限公司重点科技项目(20150104)。

参考文献 (References)

- [1] 李世金, 孙丰月, 王力, 等. 青海东昆仑卡尔却卡多金属矿区斑岩型铜矿的流体包裹体研究[J]. 矿床地质, 2008, 27(3): 399-406.
- [2] 张晓飞, 李智明, 陈博, 等. 东昆仑祁漫塔格地区滩间山群矽卡岩化成矿作用[J]. 西北地质, 2012, 45(1): 40-47.
- [3] 舒晓峰, 王雪萍, 张雨莲, 等. 青海虎头崖地区多金属矿床成因类型的厘定及找矿方向[J]. 西北地质, 2012, 45(1): 165-173.
- [4] 刘云华, 莫宣学, 张雪亭, 等. 东昆仑野马泉地区矽卡岩矿床地质特征及控矿条件[J]. 华南地质与矿产, 2005(3): 18-23.
- [5] 王松, 丰成友, 李世金, 等. 青海祁漫塔格卡尔却卡铜多金属矿区花岗闪长岩锆石 SHRIMP U-Pb 测年及其地质意义[J]. 中国地质, 2009, 36(1): 74-84.
- [6] 潘彤, 孙丰月. 青海东昆仑肯德可克钴钼金矿床成矿特征及找矿方向[J]. 地质与勘探, 2003, 39(1): 18-22.
- [7] 王力, 孙丰月, 陈国华, 李碧乐, 迟效国. 青海东昆仑肯德可克金——有色金属矿床矿物学特征研究[J]. 世界地质, 2003, 22(1): 50-56.
- [8] 丰成友, 王雪萍, 舒晓峰, 等. 青海祁漫塔格虎头崖铅锌多金属矿区年代学研究及地质意义[J]. 吉林大学学报, 2011, 41(6): 1806-1817.
- [9] 丰成友, 赵一鸣, 李大新, 等. 青海西部祁漫塔格地区矽卡岩型铁铜多金属矿床的矽卡岩类型和矿物学特征[J]. 地质学报, 2011, 85(7): 1108-1115.
- [10] 杜玉良, 贾群子, 韩生福. 青海东昆仑成矿带中生代构造-岩浆-成矿作用及铜金多金属找矿研究[J]. 西北地质, 2012, 45(4): 69-75.
- [11] 潘彤. 青海祁漫塔格地区铁多金属成矿特征及找矿潜力[J]. 矿产与地质, 2008, 22(3): 233-235.
- [12] 徐志刚, 陈毓川, 王登红, 等. 中国成矿区带划分方案[M]. 北京: 地质出版社, 2008: 1-138.
- [13] 李智明, 薛春纪, 王晓虎, 等. 东昆仑区域成矿特征及有关找矿突破问题分析[J]. 地质论评, 2007, 53(5): 708-718.
- [14] 许志琴. 造山的高原——青藏高原的地体拼合、碰撞造山及隆升机制[M]. 北京: 地质出版社, 2007.
- [15] 李洪普. 东昆仑祁漫塔格铁多金属矿成矿地质特征与成矿预测[D]: [博士学位论文]. 北京: 中国地质大学, 2010.
- [16] 高永宝. 东昆仑祁漫塔格地区中酸性侵入岩浆活动与成矿作用[D]: [博士学位论文]. 西安: 长安大学, 2013.
- [17] 郭正府, 邓晋福, 许志琴, 等. 青藏东昆仑晚古生代末——中生代中酸性火成岩与陆内造山过程[J]. 现代地质, 1998, 12(3): 344-352.
- [18] 刘成东, 莫宣学, 罗照华, 等. 东昆仑壳-幔岩浆混合作用: 来自锆石 SHRIMP 年代学的证据[J]. 科学通报, 2004, 49(6): 592-602.
- [19] 丰成友, 王松, 李国臣, 等. 青海祁漫塔格中晚三叠世花岗岩: 年代学、地球化学及成矿意义[J]. 岩石学报, 2012, 28(2): 665-678.
- [20] 谌宏伟, 罗照华, 莫宣学, 等. 东昆仑造山带三叠纪岩浆混合成因花岗岩的岩浆底侵作用机制[J]. 中国地质, 2005, 32(3): 385-396.
- [21] 李东生, 等. 青海省东昆仑斑岩及其成矿性探索研究[R]. 2008.
- [22] 高晓峰, 校培喜, 谢从瑞, 等. 祁漫塔格地区构造-岩浆作用与成矿[J]. 西北地质, 2011, 43(4): 119-123.
- [23] 伍跃中, 乔耿彪, 陈登辉. 东昆仑祁漫塔格地区构造岩浆作用与成矿关系初步探讨[J]. 大地构造与成矿学, 2011, 35(2): 233-242.

期刊投稿者将享受如下服务：

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：ag@hanspub.org