

DOI:10.19751/j.cnki.61-1149/p.2019.01.012

东昆仑大卧龙地区铅锌多金属矿 地质特征及找矿前景分析

雷武超¹, 叶雷明², 屈伟东¹, 马国华²

(1. 长安大学地球科学与资源学院, 陕西 西安 710064; 2. 中国冶金地质总局西北局六队, 陕西 汉中 723000)

摘要:大卧龙地区位于夏日哈-什多龙铁-铅-锌-银-锡-钼-硅灰石-白云岩成矿亚带, 是青海省铁多金属矿的主要成矿带之一。前人在矿床成因、控矿因素和找矿标志等方面研究较薄弱, 如何在新一轮找矿中突破已成为目前矿床研究的关键问题。笔者在讨论成矿地质构造背景基础上, 结合以往地质勘查成果资料, 对矿(床)点地质特征进行了研究, 分析成矿规律和控矿地质因素及矿区的找矿前景, 认为在矿区热液型矿产找矿条件有利, 受构造控制的(岩浆)热液型矿床为今后的找矿重点。

关键词:东昆仑; 大卧龙; 地质特征; 找矿前景; 热液型; 构造控制

中图分类号: P618.42; P618.43

文献标志码: A

文章编号: 1009-6248(2019)01-0133-10

Geological Characteristics and Prospecting Potential of Lead-Zinc Polymetallic Deposits in Dawolong Area, East Kunlun

LEI Wuchao¹, YE Leiming², QU Weidong¹, MA Guohua²

(1. School of Earth Science and Resources, Chang'an University, Xi'an 710064, Shaanxi, China;

2. No. 6 Team of Northwest Bureau of China Metallurgical Geology Bureau, Hanzhong 723000, Shaanxi, China)

Abstract: The Dawolong area is located in the Xiariha-Shiduolong Fe-Pb-Zn-Ag-Sn-Mo-wollastonite-dolomite metallogenic subzone, which is one of the main metallogenic belts of the iron polymetallic ore deposits in Qinghai Province. Less previous researches are focused on the genesis, ore-controlling factors and prospecting signs of these deposits. How to make breakthrough a new round of prospecting has become a key issue in current deposit research. Based on the discussion of the ore-forming geological structure background, the data of previous geological exploration has been systematically collected and studied, the geological characteristics of the mineral deposits (occurrences) have been studied, and the metallogenic regularity and ore-controlling geological factors and prospecting prospects of the mining area have been analyzed in this paper. It is considered that the prospecting conditions of the hydrothermal minerals in this mining area are favorable, and the structurally controlled (magma) hydrothermal deposits are the focus of future prospecting.

收稿日期: 2018-03-06; 修回日期: 2018-06-03

基金项目: 中国冶金地质总局西北局六队市场项目“青海省都兰县大卧龙多金属矿普查”(2015—2016)

作者简介: 雷武超(1992-)男, 硕士研究生, 主要从事矿产普查与勘探方面的研究工作。E-mail: lwuchao@126.com

Keywords: East Kunlun; Dawulong; geological characteristics; prospecting prospects; hydro-thermal type; structural control

近年来,在东昆仑大卧龙地区一直开展地质普查工作,由于该区交通条件较差,总体勘查程度较低,以往在地层含矿性、成矿作用的过程、矿化蚀变类型、构造的控矿意义等特征方面的研究较薄弱。尤其对矽卡岩型多金属矿床的特征认识不清,对构造控矿的控制作用尚不清晰,其影响着该区的找矿思路和工作部署。对于有较好成矿条件及成矿事实的矿(床)点,笔者通过总结矿(床)点地质特征,结合以往工程控制情况,探讨进一步的找矿方向和找矿前景,以期对矿产勘查工作有所帮助。

1 成矿地质背景

区域大地构造位置位于西域板块之柴达木陆块中的祁漫塔格山北坡-夏日哈新元古代一早古生代岩浆弧带(张雪亭,2006;许长坤,2011)。区域内出露地层由老到新有寒武系—奥陶系滩间山群(C_{OT})、晚泥盆世牦牛山组(D_3m)、早石炭世大干沟组(C_1dg)、晚三叠世鄂拉山组(T_3e)、古近纪地层及第四纪地层,多为北西向展布的条块状单斜岩层。

区域内构造发育,以断裂构造为主,褶皱构造不发育,各组断裂交叉,错综复杂,显示了构造运动具有多期次活动的特点(李瑞保,2009)。并且矿区内岩浆活动频繁,侵入岩分布面积广,岩性以中酸性为主。区内岩浆活动频繁,侵入岩分布面积广,岩性以中酸性为主(伍跃中等,2011;王秉璋,2012)。侵入活动期次分属加里东,印支和燕山3个旋回,印支晚期岩浆侵入活动十分强烈,以中酸性岩浆活动和基性—超基性岩浆活动同时出现为特点,岩石类型包括花岗闪长岩、花岗岩、二长花岗岩等。这些岩体侵入穿插于不同时代的地层中,与围岩的侵入接触关系明显。规模较小的侵入体大多处在大型侵入体的边部,多具有浅成—超浅成的特点,与区内多金属成矿作用关系密切(丁清峰,2004;丰友成等,2010;陈国超,2014)。

大卧龙地区处东昆仑中段,属东昆仑造山带,属于东昆仑—柴南缘变质地区(李小兵,2015)。从早古生代至中生代地层均发生了不同程度、不同期次、不同性质的变质作用,且早期变质岩石被后期变质作用不同程度改造。主要发育区域变质岩,动力变质

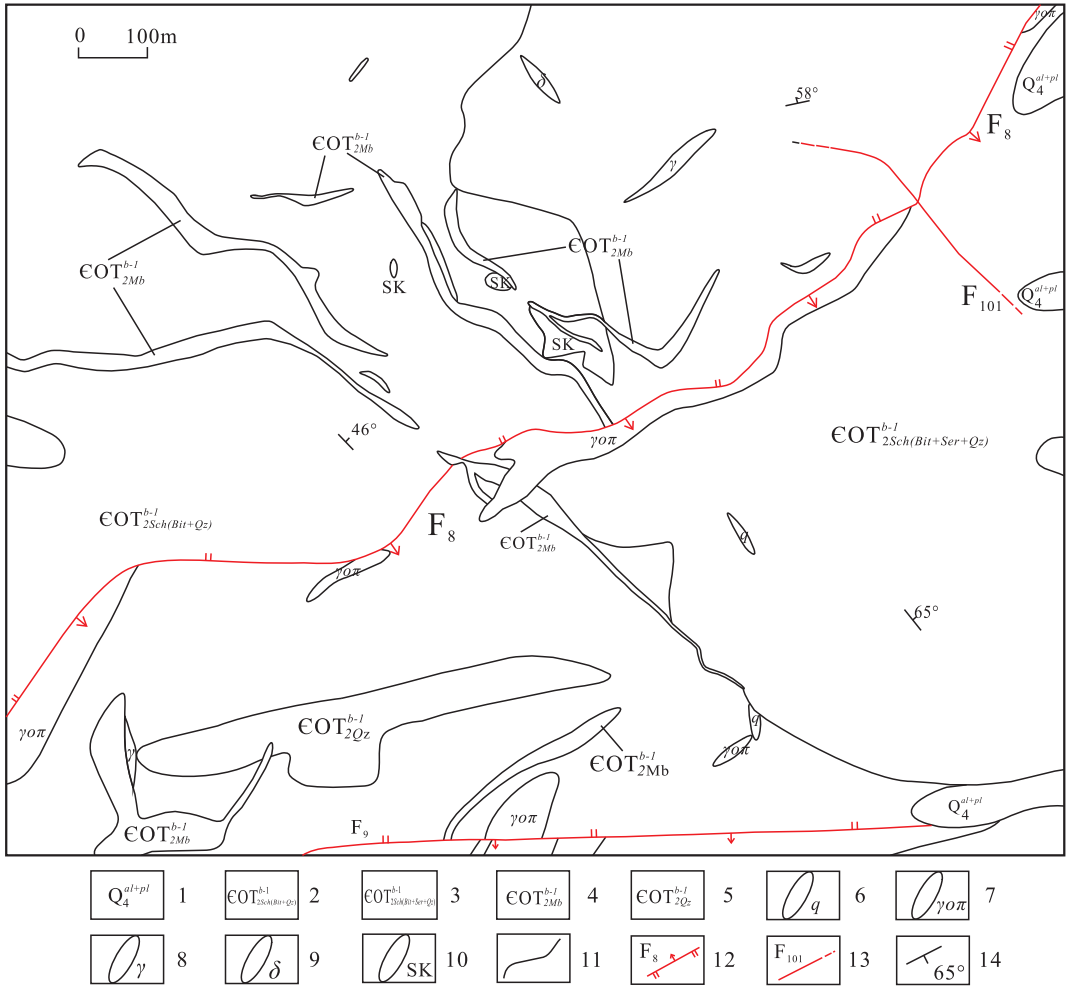
岩和热接触—交代变质岩三大类。其中,区域变质岩主要为加里东—华力西期—印支期区域低温动力变质作用形成的绿片岩相变质岩系;动力变质岩为吕梁—加里东期不同构造层次动力变质作用形成的绿片岩相动力变质岩系;以及华力西—印支期接触变质作用形成的最高达辉石角岩相的热接触变质岩和接触交代型变质岩(范丽琨等,2012)。

大卧龙地区位于都兰县东北向,属夏日哈—什多龙铁—铅—锌—银—锡—钼—硅灰石—白云岩成矿亚带(IV-21)(李金超等,2015;潘彤,2017),是青海省铁多金属矿的主要成矿带之一。从矿产种类来看,金属矿产主要为铁,次为铅、锌、钨、锡及铜(刘建楠等,2016)。矿(床)点的成因类型主要为接触交代型,次为热液充填型。这些矿(床)点在空间上主要围绕印支—燕山期复式花岗岩体与寒武纪—奥陶纪滩间山群变碎屑岩岩组或早石炭世大干沟组的接触带分布。

2 矿区地质特征

寒武—奥陶纪滩间山群上岩组下岩性段地层($C_{OT_2}^{b-1}$)大面积分布在矿区内(图1),为海相火山碎屑岩相,沉积物以泥硅质及中基性火山岩为主。地层中的岩性早期以硅质、火山碎屑、碳酸盐岩为主,晚期则以火山碎屑岩为主。该套地层受岩浆侵入活动及后期断裂构造的破坏,产状较乱。走向北西,倾向北东,倾角 $30^\circ\sim 70^\circ$,一般为 $40^\circ\sim 50^\circ$ 。以灰—青灰色黑云石英片岩为主,夹薄层状、透镜状斜长角闪片岩、角闪片岩、二云石英片岩、条带状中—厚层大理岩、绿帘石英片岩、石英岩等。

矿区内发育 F_8 、 F_{101} 断层,其中, F_8 断层规模较大,是区内主要断层,与矿化关系密切,为一逆断层,走向由北东向 70° 变为北东向 45° ,倾向南东,倾角 65° 左右,沿断裂破碎带有斜长花岗斑岩脉侵入。破碎带宽约8m左右,碎裂岩大小不一,具强烈的褐铁矿化。两侧岩性不同,地层产状不同,对地层起到破坏作用,是大卧龙地区铅锌矿(床)点的控矿和导矿构造之一。同时,在该组断裂中部偏北发现走向近北西向次级断裂 F_{101} ,该次级断裂倾向南西,倾角 $70^\circ\sim 75^\circ$,宽度约2m左右。



1. 洪冲击砂砾石层;2. 黑云石英片岩;3. 二云石英片岩;4. 大理岩;5. 石英岩;6. 石英脉;7. 斜长花岗斑岩斑岩脉;
8. 花岗岩脉;9. 闪长岩脉;10. 砂卡岩;11. 实测地质界线;12. 实测逆断层及编号;13. 实测性质不明断层及编号;
14. 岩层产状

图 1 大卧龙矿区综合地质图

Fig. 1 Comprehensive geological map of Dawulong mining area

区内岩浆侵入活动十分强烈,印支期岩浆活动占主体地位,岩石类型复杂,主要包括闪长岩类、花岗岩类等(陈国超,2011)。矿区内主要有加里东期斜长花岗斑岩岩枝和印支期闪长岩(花岗闪长岩)枝,岩体侵入滩间山群上岩组中,花岗闪长岩脉体与成矿关系密切。上述岩脉主要侵入在各时期岩体和地层中,活动时间持续较长。其展布方向多受断裂构造控制,呈东西向展布。其中,花岗闪长岩特征为岩石呈浅灰-灰绿色,中粗粒半自形粒状结构,局部为中细粒结构,块状构造。岩石中含有细粒闪长岩析离体。矿物成分主要为斜长石(20%~48%)、石英(18%~25%)、角闪石(6%~38%),次为钾长石

(5%~17%)及黑云母(4%~19%)。

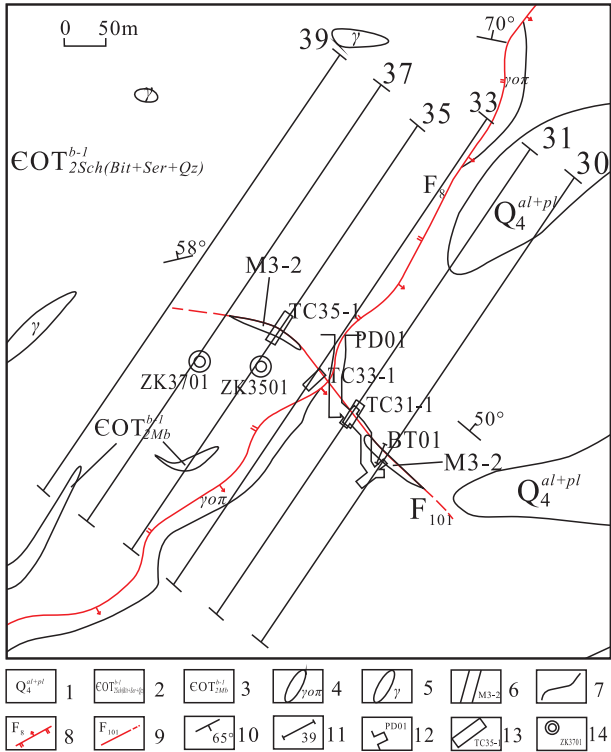
3 矿(床)点地质特征

矿区发现 2 条矿化带(图 2),1 号矿化带赋存于寒武—奥陶系滩间山群上岩性组下岩性段大理岩与花岗闪长岩接触带(砂卡岩带)中,北西向展布,长度约 370m,宽度约 50m,圈出 1 个铜锌矿体;同时在南部的寒武—奥陶系滩间山群上岩性组下岩性段大理岩附近发现 1 个铜矿(化)体。2 号矿化带分布于 F₈ 断裂的次级北西向 F₁₀₁ 断裂之中,长约 500m,宽度 6~21m,圈定出铅锌银矿体 1 个,铅矿体 1 个。

表 1 大卧龙矿区矿体特征表
Tab. 1 Odori body characteristics table of Dawolong mining area

矿体 编号	矿体 名称	矿体产状	矿 体 品 位				矿体 形态	矿 体 规 模		见矿工程
			Pb(×10 ⁻²)	Zn(×10 ⁻²)	Cu(×10 ⁻²)	Ag(×10 ⁻⁶)		长度(m)	平均厚度(m)	
M3-1	锌铜矿	335°∠42°	/	1.60	0.50	/	层状	40	1.75	TC1306
										TC3501
										BT01
										ZK3501
M3-2	铅锌银矿	230°—240° ∠62°—75°	3.04	20.95	/	83.84	透镜状	262	4.67	ZK3701
										PD1—CM31
										PD1—CM33
										PD1—CM30
M3-3	低品位铅矿	230°∠75°	0.35	/	/	/	层状	100	1.00	ZK2801
M3-4	铜矿	176°∠48°	/	/	0.89	/	层状	104	1.99	TC1312

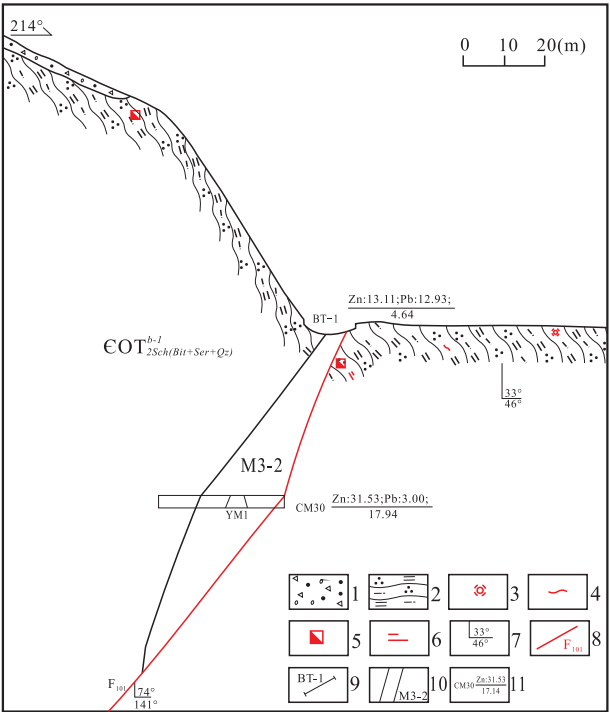
注:数据仅供参考。



1. 洪冲击砂砾石层;2. 二云石英片岩;3. 大理岩;4. 斜长花岗岩斑岩脉;5. 花岗岩脉;6. 矿体位置及编号;7. 实测地质界线;
8. 实测逆断层及编号;9. 实测性质不明断层及编号;10. 岩层产状;11. 1:1千勘查线剖面位置及编号;12. 平硐位置及编号;
13. 探槽工程及编号;14. 钻孔见矿位置及编号

图 3 大卧龙矿区 M3-2 矿体及工程分布图

Fig. 3 Dawolong Mining Area M3-2 Ore Body and Project Distribution



1. 第四系;2. 二云石英片岩;3. 硅化;4. 绿泥石化;5. 褐铁矿化;6. 绢云母化;7. 产状;8. 性质不明实测断层;9. 剥土位置及编号;10. 铅锌矿体;11. 工程编号

图 4 大卧龙矿区 M3-2 矿体 30 勘查线剖面图

Fig. 4 Dawolong Mining Area M3-2 Ore Body 30 Survey Line Profile

矿体依据矿石类型分为锌矿石及锌铅银矿石, 为一条复合矿体,矿体主要以锌矿石为主, 锌铅银矿石主要分布于矿体的南东部,矿体厚度较大,同时矿

体中含有有益伴生矿种钴,但是分布不均匀,主要集中于锌铅银矿石部位。矿体含矿岩石为二云母石英片岩,围岩亦为二云母石英片岩;矿体、围岩中蚀变为少量硅化、绿泥石化及碳酸盐化。矿体品位变化系数 Zn 为 80.50%,Pb 为 88.16%,Ag 为 192.53%。总体看来,属于厚度变化不稳定,品位变化为较稳定向不稳定过度的矿体。

(2)矿石结构构造。矿石呈中细粒结构,浸染状构造、块状构造。其中,块状构造矿石以铅锌矿为主,含量大于 80%,矿物自形程度较好,主要呈稠密浸染状粒状集合体,分布均匀。

(3)矿物成分。矿石矿物主要有闪锌矿、方铅矿等;脉石矿物有透辉石、石榴子石、绿泥石、绿帘石、方解石、黑云母等。矿石矿物特征为:闪锌矿呈紫红色,金属光泽,呈他形粒状或粒状集合体,稠密浸染状分布。由于硬度中等,表面可见划痕,反射色灰色微带棕色调,无多色性,均质体,正交镜下可见深红

色反射色。方铅矿呈铅灰色,金属光泽,呈他形粒状致密集合体不均匀分布,反射色为纯白色,“黑三角孔”(三组解理相交处)特别明显,粒径为 0.01~3.2mm,表面擦痕显著,较均匀散布在光片中,部分分布在闪锌矿之中,应是交代闪锌矿残留部分。

(4)矿石类型及物相。自然类型主要为团块状铅锌矿石。工业类型主要为铅锌矿石和铅锌银矿石。

(5)围岩蚀变。主要有矽卡岩化、绢云母化、硅化、绿帘石化。

(6)岩石的化学成分。本区针对 M3-2 矿体在槽探、钻探、硐探工程内采集了 5 件铅锌物相分析样品。从矿(床)点岩石中化学成分来看,主要以 SiO₂、Al₂O₃、Fe₂O₃、MgO、CaO、CO₂、K₂O、Na₂O 为主,成矿元素主要有 Zn、Pb、Ag、Co、Cu。通过岩石化学分析结果看出(表 2),硅酸盐类矿物成分约占到 80%左右,金属矿物中以 Zn、Pb、Ag 含量为主。

表 2 岩石化学成分分析结果表
Tab. 2 Rock chemical composition analysis results

序号	w _B (10 ⁻⁶)		w _B (10 ⁻²)									
	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Co	Ni	W	Mo	Sn	Sb	V
1	0.05	1.0	0.002	0.003	0.040	0.004	0.020	0.001	0.001	0.001	0.002	0.008
2	0.05	2.2	0.001	0.004	0.27	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002
3	0.05	1.9	0.002	0.002	0.09	0.001	0.003	0.001	0.001	0.001	0.001	0.010
4	0.05	1.3	0.002	0.005	0.40	0.002	0.004	0.002	0.001	0.004	0.002	0.013
5	0.05	1.4	0.003	0.036	1.25	0.004	0.003	0.005	0.001	0.002	0.002	0.010

序号	w _B (10 ⁻⁶)							w _B (10 ⁻²)				
	Rb	Li	Be	Cd	Zr	Nb	Ta	Sr	Cs	In	P	S
1	51.8	29.8	2.86	0.8	269	81.5	1.1	302	5.26	0.14	0.036	0.033
2	15.8	4.37	0.24	2.4	47.1	1.85	<0.001	122	0.86	0.09	0.015	0.19
3	54.1	27.0	1.83	1.5	261	11.8	0.6	122	3.25	0.09	0.062	0.080
4	159	46.3	3.13	8.2	191	9.62	0.2	121	5.31	0.39	0.059	0.23
5	84.2	25.5	2.12	21.2	216	10.4	0.7	100	3.38	0.32	0.051	0.14

序号	w _B (10 ⁻²)											
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	BaO	TiO ₂	MnO	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	F	CO ₂
1	54.01	10.96	6.29	0.054	0.39	0.19	6.06	5.94	1.02	1.52	0.068	1.91
2	5.85	1.03	0.83	0.005	0.098	0.028	51.32	0.43	0.18	0.25	0.012	37.03
3	65.68	10.41	4.48	0.039	0.55	0.12	1.44	2.25	1.03	3.38	0.063	1.10
4	50.70	13.34	5.97	0.055	0.62	0.20	6.91	3.01	2.13	1.60	0.058	5.13
5	63.13	9.92	5.47	0.031	0.48	0.17	1.81	2.59	1.29	2.41	0.064	1.76

从矿石化学成分来看(表 3),主要的成矿金属元素有 Zn、Pb、Ag、Co、Zn、Pb,最高含量为 3.02,最低为 0.004%;Ag 最高含量为 228×10^{-6} ,最低为 2.2×10^{-6} ;Co 最高含量为 0.028%,最低为 0.001%;Cu 整体含量较低。

4 矿(床)点成因及找矿标志

4.1 构造作用对矿体的形成提供了容矿和导矿空间

构造是成矿作用的有机组成部分,是成矿的基本控制因素(翟裕生等,1993)。构造在控矿作用方面对矿床的形成和演化、铅锌矿的富集、矿床的时空分布有很大的作用(高晓峰,2010)。不同的地质背景和构造环境下的构造形式和组合又会对成矿产生不同的影响。

矿区位于祁漫塔格山北坡-夏日哈新元古代—早古生代岩浆弧带,经历了复杂的地质构造演化,其经历了多期裂隙、碰撞和造山运动,南北向挤压作用十分强烈,形成逆冲断裂、层间破碎带;北西向次级断裂为矿体的形成提供了容矿和导矿空间,而北东向断裂属于导矿及储矿构造。推测矿区控制矿脉的北西向 F₁₀₁ 断裂为北东向 F₈ 断裂顺时针扭动的结果。北西向控矿断裂在成矿前可能就已存在,为北

西向的一组扭裂构造,后被北东向构造改造为其配套的张裂隙,并逐渐向南偏转(周显强,1996)。由此可见,F₈断裂为区内一导矿构造,而与其相交的北西向次级断裂 F₁₀₁ 为一储矿构造,给区内 M3-2 矿体的形成提供了容矿空间(许长坤,2011)。并且岩浆弧带有大量的火山活动发育,同时发育火山活动有可能对成矿起到预富集作用,可以认为含矿地层是矿区矿体形成初始的矿源层,并且寒武—奥陶系滩间山群的碎屑岩、碳酸盐岩稳定沉积建造(伍跃中,2011)为铅锌矿化提供了较好的赋矿场所和围岩条件(潘裕生,1996;方钢,2013)。矿区处在东昆仑造山带并发育有走滑断裂系统,为成矿提供足够的空间,并驱动岩浆热液流体萃取成矿物质并发生运移、沉淀(张辉善,2014)。

4.2 岩浆及热液活动为成矿元素的富集提供动力基础

矿区多金属矿的形成与印支期花岗闪长岩、闪长岩关系较为密切(高永宝等,2013、2017),在热液活动过程中,岩浆提供了较大的热能,并在与寒武—奥陶系滩间山群上岩性组碳酸盐岩接触中发生交代作用形成矽卡岩(丁清峰,2004;张晓飞等,2012;张延军,2017),并可能激活了原围岩地层中少量成矿元素,同时岩浆热液一方面泌出 As、Sb、Hg 等挥发

表 3 矿石化学成分分析结果表

Tab. 3 Ore chemical composition analysis results

序号	w _B (10 ⁻⁶)										w _B (10 ⁻²)	
	Hg	Au	Ag	In	Ga	Ge	Se	Te	Tl	Cd	Zn	Pb
1	0.104	\	2.2	0.2	<0.001	<0.001	1.9	0.5	1.4	36.9	2.35	0.09
2	0.034	\	3.3	0.1	<0.001	<0.001	0.5	0.6	<0.001	1.8	0.26	0.004
3	0.005	\	2.6	0.1	6.4	1.9	0.4	0.2	1.0	<0.001	0.23	0.35
4	0.211	\	5.6	0.5	<0.001	<0.001	5.9	0.7	0.5	129	18.46	0.06
5	0.055	\	228	0.7	<0.001	<0.001	48.7	1.1	34.1	108	24.07	3.02

序号	w _B (10 ⁻²)										
	Cu	Co	WO ₃	Mo	Sn	As	Sb	Bi	Cu	S	CaF ₂
1	0.002	0.006	0.012	0.001	<0.000	0.003	0.002	0.001	0.003	1.29	0.43
2	0.003	0.001	0.001	0.001	<0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.16	0.56
3	0.001	0.002	0.001	0.001	<0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.076	1.08
4	0.007	0.028	0.007	0.001	0.005	0.002	0.007	0.003	0.026	6.60	0.56
5	0.008	0.029	0.011	0.001	<0.001	0.008	0.009	0.076	0.041	9.34	0.56

组分,携带含 Cu、Pb、Zn 等元素及硅质沿着导矿构造上升,进入容矿构造成矿;另一方面这些元素在高温、高压下具较强挥发性,能携带 Cu、Pb、Zn 等元素沿断裂带向上以及四周运移活动,并扩散于矽卡岩或构造断裂形成的破碎脆弱带中,当温度压力及成矿热液条件改变后,很快产生分异、沉淀,从而形成矽卡岩型多金属矿石。

通过以上分析认为,矿区内的 M3-2、M3-3 矿体的成因类型为受构造控制的(岩浆)热液型,而其他矿段内矿体为接触交代矽卡岩型。

4.3 本区内地质找矿的主要标志

(1)地层及岩石标志。寒武—奥陶系滩间山群上岩性组下岩性段大理岩与花岗闪长岩外接触带及矽卡岩是寻找本区矽卡岩型多金属矿体的重要标志。

(2)构造标志。发现(圈定)的铅锌多金属矿体主要分布于北东向断裂的北西向次级断裂内。而北东向断裂为成矿热液提供通道,次级北西向断裂提供很好的容矿空间。所以北东向构造控制影响下的次级北西向断裂发育地段是寻找本区受构造控制的脉状多金属矿的重要构造标志。

(3)地表露头标志。地表基岩裸露地段由黄铁矿化、褐铁矿化在地表形成的黄褐色条带是地表最直接的找矿标志。

5 找矿前景分析

大卧龙地区位于夏日哈—什多龙铁—铅—锌—银—锡—钼—硅灰石—白云岩成矿亚带,该成矿亚带位于柴达木盆地东缘,都兰以东地区。从矿产种类来看,金属矿产主要为铁,次为铅、锌、钨、锡及铜,非金属矿产仅有硅灰石。矿(床)点的成因类型主要为接触交代型,次为热液充填型。均为小型的铁矿床,铁、铜、铅、钨、锡矿(化)点。该成矿亚带代表性矿床有海寺磁铁矿床、小卧龙铁锡矿床、乌兰乌珠尔铜矿床、什多龙铅锌银矿床、哈日扎铅锌银矿和白石崖铁多金属矿等(潘彤,2017)。

这些矿(床)点在空间上主要围绕南戈泉南山印支—燕山期复式花岗岩体与寒武—奥陶纪滩间山群变碎屑岩岩组或早石炭世大干沟组的接触带分布。

5.1 海寺磁铁矿床

矿床位于都兰县夏日哈镇东南方向,矿区出露地层为滩间山群下岩组、上泥盆统牦牛山组、下石炭

统大干沟组和晚三叠世鄂拉山组。地层之间多为断层接触。矿体赋存于印支期花岗闪长岩与下石炭统大干沟组碳酸岩接触带中(许长坤,2012)。矿体多分布于倒转背斜两翼,分南北 2 个矿带:南带有 4 个不连续矿体,产于大理岩与变粉砂岩的层间正断层中,它们均为含矿矽卡岩;北带有 2 个矿体,受断层控制,走向近东西向,成因类型属接触交代型磁铁矿床。

5.2 小卧龙锡铁矿床

矿床位于都兰县夏日哈镇东南向,出露地层以滩间山群上岩组为主;构造以北东向一组最为发育,其次为北西或南北向断裂组。侵入岩有加里东晚期变角闪闪长岩和印支期似斑状花岗岩。区内共发现 38 条磁铁矿体,呈雁行式排列,锡矿体共有 54 条,多呈扁豆状产出,次为似层状,产状与围岩一致。矿体赋存于印支期似斑状花岗岩与滩间山群上岩组碳酸盐岩接触带楔形状的矽卡岩带中。矿石类型有锡石磁铁矿石、锡石赤铁(镜铁)磁铁矿石、褐铁矿、锡石黄铜矿磁铁矿石、赤铁矿等,成因类型属接触交代型(詹翼达,2016)。

5.3 什多龙铅锌银矿床

矿床位于青海省兴海县城北西方向,青根河上游向斜的西南翼,出露地层有早元古代金水口群、石炭纪绛敖苏组和第四纪碎屑堆积物。矿区内近东西向构造发育,次有北西和南北向构造。矿区内主要有印支期花岗闪长岩和花岗斑岩,花岗斑岩比花岗闪长岩侵入时间晚,但侵入相隔时间较短,两者与成矿关系密切。铅锌矿体一般赋存在花岗闪长岩或花岗斑岩与大理岩接触交代变质作用的蚀变产物矽卡岩中,矿床内共分 7 个铅锌矿段,其中以Ⅲ、Ⅳ、Ⅶ矿段的铅锌矿体规模最大。主要矿石矿物有闪锌矿、方铅矿、磁黄铁矿。什多龙铅锌银矿床是典型的接触交代型矿床,是中酸性岩浆岩侵入到碳酸盐岩建造发生交代形成的矿床(方钢,2013)。

6 结论

通过分析对比大卧龙周边地区的矿床,大卧龙铅锌多矿(床)点具备都兰地区矽卡岩型成矿特征,并结合大卧龙矿区金属矿(床)点地质特征,对于该地区的找矿前景分析取得了以下几点认识。

(1)矿区在区域上处于祁漫塔格山北坡—夏日哈

新元古代—早古生代岩浆弧带,属夏日哈-什多龙铁-铅-锌-银-锡-钼-硅灰石-白云岩成矿亚带。主要含矿地层为寒武—奥陶纪滩间山群上岩组,该地层富含Cu、Pb、Zn元素,构成了区内成矿元素的矿源层。

(2)矿区内的断裂构造极为发育,控制了地层分布和岩浆岩的产出,多为导矿构造,亦为岩浆热液活动的通道,而区内的次级断裂为容矿构造。

(3)矿区内的闪长岩脉和闪长岩中的Cu、Pb、Zn元素的平均值较高,离差较大。岩浆侵入过程中,岩浆热液提供了较大的热能,在与围岩接触中局部发生交代作用形成矽卡岩,同时形成成矿物资的交流,激活了原围岩地层中成矿元素,形成了多金属矿体。

综上所述,大卧龙地区成矿条件较为有利,成矿事实明显。通过已有矿体和矿化信息的发现,相信随着物、化探等方面工作程度的提高,必定会有新的突破,找矿前景较好。

参考文献(References):

- 张雪亭. 青海省大地构造格架研究[D]. 北京:中国地质大学(北京),2006.
- ZHANG Xueting. Study on the Tectonic Framework Of Qinghai[D]. Beijing: China University of Geosciences (Beijing), 2006.
- 许长坤. 青海成矿地质特征的特殊性及找矿布局探讨[J]. 地质与勘探,2011,47(05):782-793.
- XU Changkun. Discussion on the specificity of metallogenic geological features and prospecting layout in Qinghai province[J]. Geology and Exploration,2011,47(05): 782-793.
- 李瑞保. 东昆仑造山带(东段)晚古生代—早中生代造山作用研究[D]. 西安:长安大学,2012.
- LI Ruibao. Research on the Late Paleozoic-Early Mesozoic Orogeny in East Kunlun Orogen[D]. Xi'an Chang'an University,2012.
- 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(02):232-241.
- WU Yuezhong,QIAO Gengbiao,CHEN Denghui. A Preliminary Study on Relationship between Tectonic Magmatism and Mineralization in Qimantage Area, Eastern Kunlun Mountains [J]. Geotectonicaet Metallogenia, 2011,35(02):232-241.
- 王秉璋. 祁漫塔格地质走廊域古生代—中生代火成岩岩石构造组合研究[D]. 北京:中国地质大学(北京),2012.
- WANG Bingzhang. The study and investigation on the assembly and coupling Petrotectonic assemblage during Paleozoic-Mesozoic period at Qimantage geological corridor domain[D]. Beijing: China University of Geosciences(Beijing),2012.
- 丁清峰. 东昆仑造山带区域成矿作用与矿产资源评价[D]. 长春:吉林大学,2004.
- DING Qingfeng. Metallogenesis and Mineral Resources Assessment in Eastern Kunlun Orogenic Belt[D]. Changchun: Jilin University, 2004.
- 丰成友,李东生,吴正寿,等. 东昆仑祁漫塔格成矿带矿床类型、时空分布及多金属成矿作用[J]. 西北地质,2010,43(04):10-17.
- FENG Chengyou, DONG Dongsheng,WU Zhengshou,et al. Major Types, Time-Space Distribution and Metallogenesis of Polymetallic Deposits in the Qimantage Metallogenic Belt, Eastern Kunlun Area[J]. Northwestern Geology,2010,43(04):10-17.
- 陈国超. 东昆仑造山带(东段)晚古生代—早中生代花岗岩质岩石特征、成因及地质意义[D]. 西安:长安大学,2014.
- CHEN Guocao. Petrology, Genesis and Geological Significance of Late Paleozoic-Early Mesozoic Granitoids in East Kunlun Orogen [D]. Xi'an: Chang'an University, 2014.
- 范丽琨,蔡岩萍,梁海川,等. 东昆仑地质构造及地球动力学演化特征[J]. 地质调查与研究,2009,32(03):181-186.
- FAN Likun,CAI Yanping, LIANG Haicuan,et al. Characters and Evolution of the Geodynamics in the Eastern Kunlun[J]. Geological Survey and Research,2009,32(03):181-186.
- 李小兵. 东昆仑(东段)东昆中构造混杂岩带构造变形及构造演化特征[D]. 西安:长安大学,2015.
- LI Xiaobin. Deformation and Evolution of the Tectonic Melange Belt along the Central Eastern Kunlun of (East Part)Eastern Kunlun Orogen[D]. Xi'an Chang'an University,2015.
- 李金超,杜玮,孔会磊,等. 青海东昆仑及邻区成矿单元划分[J]. 世界地质,2015,34(03):664-674.
- LI Jinchao,DU Wei,KONG Huilei,et al. Division of metallogenic units in East Kunlun and its adjacent area[J]. Global Geology,2015,34(03):664-674.
- 潘彤. 青海成矿单元划分[J]. 地球科学与环境学报,2017,39(01):16-33.
- PAN Tong. Classification of Metallogenic Units in Qinghai,

- China[J]. Journal of Earth Sciences and Environment, 2017, 39(01):16-33.
- 刘建楠, 丰成友, 肖克炎, 等. 东昆仑成矿带成矿特征与资源潜力分析[J]. 地质学报, 2016, 90(07):1364-1376.
- LIU Jiannan, FENG Chengyou, XIAO Keyan, et al. Mineralization Characteristics and Resource Potential Analysis of the East Kunlun Metallogenic Belt[J]. Acta Geologica Sinica, 2016, 90(07):1364-1376.
- 张勇, 李恒恒, 刘国燕, 等. 别里赛北铁矿成矿特征及找矿前景浅析[J]. 西部探矿工程, 2011, 23(05):177-178+184.
- ZHANG Yong, LI Hengheng, LIU Guoyan, et al. Discussion on Calculation of the Prediction of the Discharge Rate of Karst Tunnel Gushing in Investigation Stage[J]. Western Exploration Project, 2011, 23(05):177-178+184.
- 陈国超. 东昆仑南缘印支期花岗岩岩石成因及其地质意义[D]. 西安:长安大学, 2011.
- CHEN Guocao. A Study on Petrogenesis and geological significance of the granitic rocks in Southern margin of the East Kunlun region during Indosinian [D]. Xi'an Chang'an University, 2011.
- 翟裕生, 林新多. 矿田构造学[M]. 北京:地质出版社, 1993.
- ZHAI Yusheng, LIN Xinduo. Ore Tectonics[M]. Beijing: Geological Publishing House, 1993.
- 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, 2010, 43(04):119-123.
- GAO Xiaofeng, XIAO Peixi, IE Congrui, et al. Discussion on Tectonic-Magmatic Process and Mineralization in the Qimantag Region[J]. Northwestern Geology, 2010, 43(04):119-123.
- 周显强, 宋友贵, 邓军, 等. 青海都兰地区控矿构造特征研究[J]. 地质力学学报, 1996, (01):34-41.
- ZHOU Xianqiang, SONG Yougui, DENG Jun, et al. A Study of Structural Control of Ores in the Dulanarea, Qinghai[J]. Journal of Geomechanics, 1996, (01):34-41.
- 潘裕生, 周伟明, 许荣华, 等. 昆仑山早古生代地质特征与演化[J]. 中国科学(D辑:地球科学), 1996, (04):302-307.
- PAN Yusheng, ZHOU Weihua, XU Ronghua, et al. Early Paleozoic Geological Characteristics and Evolution of Kunlun Mountain[J]. Science in China(Series D:Earth Science), 1996, (04):302-307.
- 方刚. 青海省兴海县什多龙铅锌矿床地质特征及找矿前景分析[D]. 北京:中国地质大学(北京), 2013.
- FANG Gang. The Deposit Characteristics and Prospecting Perspective Analysis of Shiduolong Pb-Zn Deposits in Xinghai County, Qinghai Province[D]. Beijing: China University of Geosciences(Beijing), 2013.
- 张辉善. 青海省沱沱河地区铅锌矿控矿构造研究[D]. 北京:中国地质大学(北京), 2014.
- ZHANG Huishan. Study of ore-controlling structures of Pb-Zn deposit in the Tuotuohe area, Qinghai Province[D]. Beijing: China University of Geosciences(Beijing), 2014.
- 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]. 西安:长安大学, 2013.
- GAO Yongbao. The Intermediate-acid Intrusive Magmatism and Mineralization in Qimantag, East Kunlun Mountains [D]. Xi'an: Chang'an University, 2013.
- 高永宝, 李文渊, 李侃, 等. 东昆仑祁漫塔格早中生代大陆地壳增生过程中的岩浆活动与成矿作用[J]. 矿床地质, 2017, 36(02):463-482.
- GAO Yongbao, LI Wenyuan, LI Kan, et al. Magmatism and mineralization during Early Mesozoic continental accretion process in Qimantag, East Kunlun Mountains[J]. Mineral Deposits, 2017, 36(02):463-482.
- 张晓飞, 李智明, 陈博, 等. 东昆仑祁漫塔格地区滩间山群砂卡岩化成矿作用[J]. 西北地质, 2012, 45(01):40-47.
- ZHANG Xiaofei, LI Zhiming, CHEN Bo, et al. The Contribution of the Tanjianshan Group Stratum to Skarnization in Qimantag Region, Qinghai Province[J]. Northwestern Geological, 2012, 45(01):40-47.
- 张延军. 青海省滩间山地区内生金属矿产成矿作用研究[D]. 长春:吉林大学, 2017.
- ZHANG Yanjun. Study on the Metallogenesis of Endogenous Metallic Deposits in Tanjianshan Area in Qinghai Province[D]. Changchun: Jilin University, 2017.
- 许长坤, 刘世宝, 赵子基, 等. 青海省东昆仑成矿带铁矿成矿规律与找矿方向研究[J]. 地质学报, 2012, 86(10):1621-1678.
- XU Changkun, LIU Shibao, ZHAO Ziji, et al. Metallogenic Law and Prospect Direction of Iron Deposits in the East Kunlun Metallogenic Belt in Qinghai[J]. Acta Geologica Sinica, 2012, 86(10):1621-1678.
- 詹翼达, 孙延贵. 青海都兰小卧龙锡(铁)矿床远景及矿床类型[J]. 四川地质学报, 2016, 36(01):93-96+100.
- ZHAN Yida, SUN Yangui. Genetic Type and perspective of the Xiaowolong Sn-(Fe) Deposit in Dulan, Qinghai[J]. Acta Geologica Sichuan, 2016, 36(01):93-96+100.