

DOI:10.19751/j.cnki.61-1149/p.2020.04.009

青海柴北缘滩间山地区金龙沟金矿 成矿模式总结与找矿前景分析

安生婷^{1,2}, 李培庚³, 杜生鹏³, 吴永娟⁴, 赵胜楠^{1,2}, 晁海德^{1,2}

(1. 青海省第四地质勘查院, 青海 西宁 810000; 2. 青海省页岩气资源重点实验室, 青海 西宁 810000;
3. 青海省第一地质勘查院, 青海 平安 810699; 4. 青海省第三地质勘查院, 青海 西宁 810000)

摘要:金龙沟金矿是青海柴北缘成矿带发现的首个大型金矿床,在前人研究资料的基础上,通过分析金龙沟金矿地质背景、矿床特征、矿石质量、成矿期次及蚀变等成矿作用特征,认为金龙沟金矿为两期成矿作用形成的复合叠加浅成中温热液型金矿床,分别为晚志留世(425~400 Ma)变质变形成矿期和中泥盆世(374 Ma)岩浆热液成矿期,主成矿期次为中泥盆世岩浆热液成矿期,与该时代花岗闪长斑岩杂岩体的岩浆活动具有密切的成生关系,成矿构造环境分别为加里东晚期陆壳俯冲碰撞、华力西早期后造山陆内隆升环境;控矿构造样式组合为:北西向剪切带+近北东向皱褶+滑脱断裂裂隙。从控矿构造样式的空间展布特征分析认为金龙沟金矿深部和走向上找矿潜力较小,但其一级控矿构造(区域性北西向韧性剪切带)内叠加有次级皱褶和断裂构造的区域是该区有利的金成矿部位并具有较好找矿前景。

关键词:金龙沟;金矿;成矿模式;找矿前景

中图分类号:P618.51

文献标志码:A

文章编号:1009-6248(2020)04-0099-09

An Analysis of Metallogenic Model and Prospecting of Jinlonggou Gold Deposit in Tanjianshan Area, Northern Margin of Qaidam Basin, Qinghai Provice

AN Shengting^{1,2}, LI Peigeng³, DU Shengpeng³, WU Yongjuan⁴, ZHAO Shengnan^{1,2}, CHAO Haide^{1,2}

(1. The Fourth Geological Exploration Institute of Qinghai Province, Xining 810000, Qinghai, China; 2. Key Laboratory of Shale Gas Resources in Qinghai Province, Xining 810000, Qinghai, China; 3. The first Geological Exploration institute of Qinghai Province, Ping'an 810699, Qinghai, China; 4. The Third Geological Exploration Institute of Qinghai Province, Xining 810000, Qinghai, China)

Abstract: Jinlonggou gold deposit is the first large-scale gold deposit discovered in the metallogenic belt of northern Qaidam Basin, Qinghai province. Based on the previous research data and the analysis of the geological background, deposit characteristics, ore quality, metallogenic stages and alteration, the authors considered that Jinlonggou gold deposit is a composite superimposed epithermal one formed in a two-stage mineralization: Late Silurian (425 - 400 Ma) metamorphic metallogenic period and Middle Devonian (374 Ma) magmatic hydrothermal metallogenic

收稿日期:2020-01-10;修回日期:2020-07-30

基金项目:青海省地勘基金项目“青海省滩间山地区金矿整装勘查区找矿部署研究”(2016020013ky013)

作者简介:安生婷(1990-),女,本科,工程师,从事地质矿产、能源矿产研究。E-mail:444793138@qq.com

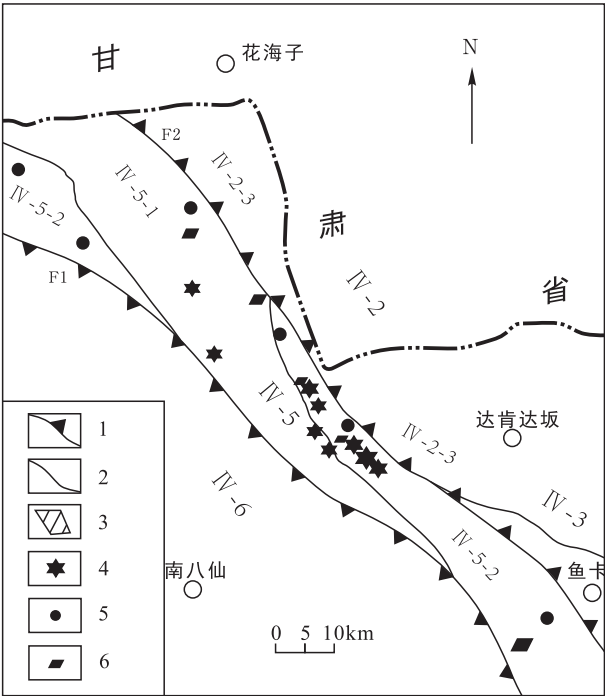
period. The main metallogenic period is Middle Devonian magmatic hydrothermal metallogenic period, which is closely related to the magmatic activity of granodiorite porphyry complex in this era. The tectonic metallogenic environment is late Caledonian continental crust subduction and collision, and early Variscan post-orogenic intracontinental uplift. The pattern of ore-controlling structure is NW-trending shear zone + near NE-trending fold + detachment fracture. The spatial distribution of ore-controlling structure indicates that there is little prospecting potential in the deep part and in the strike of Jinlonggou gold mine. The areas with secondary folds and fracture structures superimposed in the first-class ore-controlling structure (regional NW-trending ductile shear zone) are favorable gold metallogenic location and prospecting.

Keywords: Jinlonggou; gold deposit; metallogenic model; prospecting prospect

柴北缘成矿带位于青海省西北部,是青海省主要的金铅锌矿聚集区之一。近年来,在柴北缘北西段滩间山地区发现了金龙沟、细晶沟、青龙滩、青龙沟等数个大中型金矿床,共探明金金属量约 135 t, 金矿成矿条件优越,区域性 1:5 万矿调和重点矿产研究成果表明,与华力西期造山有关的浅成中低温热液型金矿床主要分布在滩间山区域性韧性剪切带及其次级构造内(赖绍聪等,1993;王旭阳等,2015), 针对该区金矿床特征研究工作目前仅局限于成矿时代和控矿因素方面,而对成矿模式、成矿系统、找矿前景等方面的分析研究较少。因此,笔者主要从该区金龙沟金矿成矿地质特征和成矿要素入手,系统分析了区内金属矿床成矿系统与矿化富集规律,总结了该类型金矿床成矿模式,分析了找矿前景及区域找矿方向,为该区为该区金矿勘查找矿工作提供重要依据。

1 区域地质背景

金龙沟金矿位于青海柴北缘成矿带北西段,所处Ⅲ级构造单元为夹持于柴达木地块与中南祁连弧盆系的柴北缘结合带,Ⅳ级构造单元为柴北缘蛇绿混杂岩带(张雪亭等,2007),该构造单元在区域上呈北西向透镜状断续出露(图 1),它们具有共同的早元古代结晶基底。区域上地层从早元古界至新生界均有出露;区域构造主要发育 NW 向的断裂和褶皱构造;与成矿有关的岩浆岩主要为中晚泥盆世浅成的中酸性侵入岩,呈带状沿 NW 向区域性构造线方向展布。由区域矿产特征可知:金为柴北缘蛇绿混杂岩带内优势矿种之一。



1. Ⅱ级构造单元界线(箭头示俯冲方向);2. 断裂;3. 滩间山金矿田;4. 蚀变岩型金矿床;5. 石英脉型金矿床;6. 多金属矿矿床(点);Ⅳ-2. 中南祁连弧盆系;Ⅳ-3. 全吉地块;Ⅳ-5. 柴北缘结合带;Ⅳ-6. 柴达木地块;Ⅳ-2-3. 南祁连岩弧(O-D₁);Ⅳ-5-1. 滩间山岩弧(O);Ⅳ-5-2. 柴北缘蛇绿混杂岩带(C-S); F1. 柴北缘岩石圈断裂;F2. 丁字口-乌兰岩石圈断裂

图 1 区域构造-成矿图(据张雪亭,2004)

Fig. 1 Regional structural metallogenic map

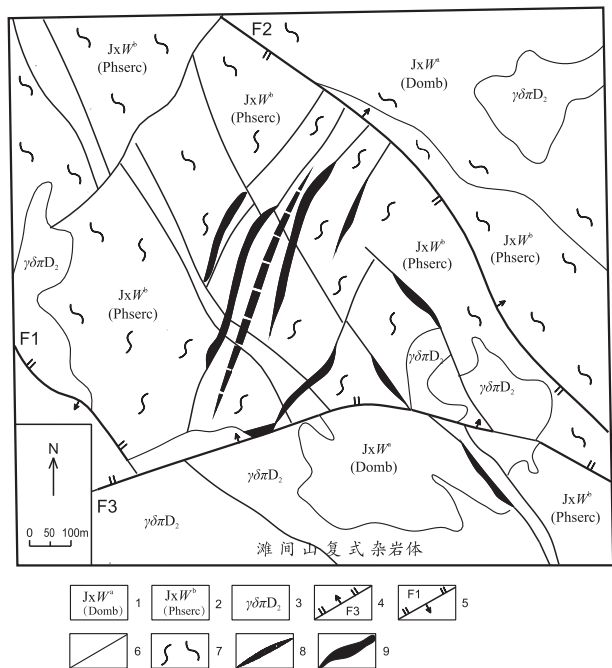
2 矿床地质特征

2.1 矿区地质特征

2.1.1 地层

矿区内仅出露中元古代万洞沟群(JxW),原岩为一套类复理石沉积建造。按岩性组合分为碳酸盐

岩组(JxW^a)和碎屑岩组(JxW^b)2个岩组,之间为连续沉积。碳酸盐岩组(JxW^a)岩石类型为白云质大理岩、绢云石英片岩等。大理岩内产叠层石和微古植物化石。碎屑岩组(JxW^b)以斑点状千枚岩、碳质绢云千枚岩、钙质片岩为主,下部夹大理岩和白云质大理岩透镜体,是金龙沟金矿的赋矿层位(图2)。



1. 中元古代万洞沟群碳酸盐组;2. 中元古代万洞沟群碎屑岩组;3. 中泥盆世花岗闪长斑岩;4. 正断层及编号;5. 逆断层及编号;6. 性质不明断层;7. 糜棱面理;8. 向斜轴;9. 金矿体

图2 金龙沟矿区地质图(据杜生鹏,2015)

Fig. 2 Geological map of Jinlonggou mining area

2.1.2 构造

区内构造复杂,韧性剪切带、褶皱和断裂发育,主要以NW、NE向压扭性、张扭性为主。其中韧性剪切构造带总体呈NW向展布(近 340°),陡倾斜,宽约1 km,是由一系列相互平行的NW向次级剪切带组成,在加里东晚期为左旋逆冲剪切性质,华力西早期为左旋走滑性质。加里东晚期期剪切作用形成了区内NW向糜棱面理和首次Au成矿作用(张德全等,2007),华力西早期构造活动在区内金龙沟处改造了先期构造形迹而形成了近NE向复式向斜构造和糜棱面理;NE向复式向斜构造的平面形态呈鼻状,局限在碳质绢云千枚岩中,向斜在地表长900 m,该向斜枢纽走向北东 45° ,南东倾,倾角 55° ;

区内断裂构造依据走向可分为3组:第一组走向NW—SE向($300^\circ \sim 350^\circ$),倾向SW或NE,倾角 $50^\circ \sim 80^\circ$,为区域性深大断裂的次级断裂,由一系列逆冲和斜滑断层组成,以规模大、连续性好为特征,断裂带内发育有糜棱岩、构造透镜体、断层角砾岩等多种构造岩。第二组断层走向NE向, $15^\circ \sim 35^\circ$,倾向NW或SE,倾角 $40^\circ \sim 85^\circ$,主要分布于近NE向向斜翼部,以延伸小(一般小于200 m),具逆冲和斜向滑动为特征,是区内金龙沟金矿的主要含矿断裂。第三组断层呈近EW向,对矿床起到了破坏作用。据张德全等(2007)研究认为矿区内的断裂构造是区域性韧性剪切带退化演化不同阶段的产物。

2.1.3 岩浆岩

矿区内喷出岩不发育,侵入岩主要为滩间山复式杂岩体,总体呈NW走向,面积约 $6 \sim 8 \text{ km}^2$,主体部分位于矿区西南部,该岩体为一酸性复式杂岩体,早期花岗闪长斑岩相成岩年龄为(394 ± 6.0) Ma(李世金等,2011),斜长花岗斑岩相成岩年龄为(350.4 ± 3.2) Ma(贾群子等,2013),花岗斑岩相成岩年龄为(356.4 ± 2.8) Ma(孙丰月等,2016)。岩石的主量、微量元素组成特征均显示,它们是同源岩浆不同阶段的产物。另外,碳质绢云千枚岩中有大量的酸性岩脉侵入,这些岩脉明显地分为北西和近北东2组,主要有闪长玢岩、花岗闪长斑岩脉、细晶岩脉、花岗岩脉。其发育规模和方向不同,一般长数十米,宽数厘米至数十厘米。

2.2 矿体特征

金龙沟金矿共圈出金矿体27条,几乎均赋存于断裂裂隙带内。已有勘查成果清楚表明27条金矿体中13条矿体为近北东向,集中在向斜的核部和翼部,形成了矿区的主要金矿化带(图3),北东向金矿体以近于平行、分支复合的形式呈鞍状、似层状和透镜状产出,已知矿化地表最大延长达760 m,在3378 m中段矿体长450 m,平均厚度18.48 m,Au平均品位 6.77×10^{-6} ,矿体控制最大斜深为340 m,在向斜核部矿体呈鞍状,而在翼部主要呈似层状;此外,其与14条金矿体沿北西向和近东西向张性断层呈透镜状零星分布,规模较小。这些金矿体主要产于高应变带中的蚀变糜棱千枚岩和卷入的蚀变酸性岩脉中。

2.3 矿石质量及矿物组合

金龙沟金矿矿石为蚀变岩型矿石,矿石矿物以

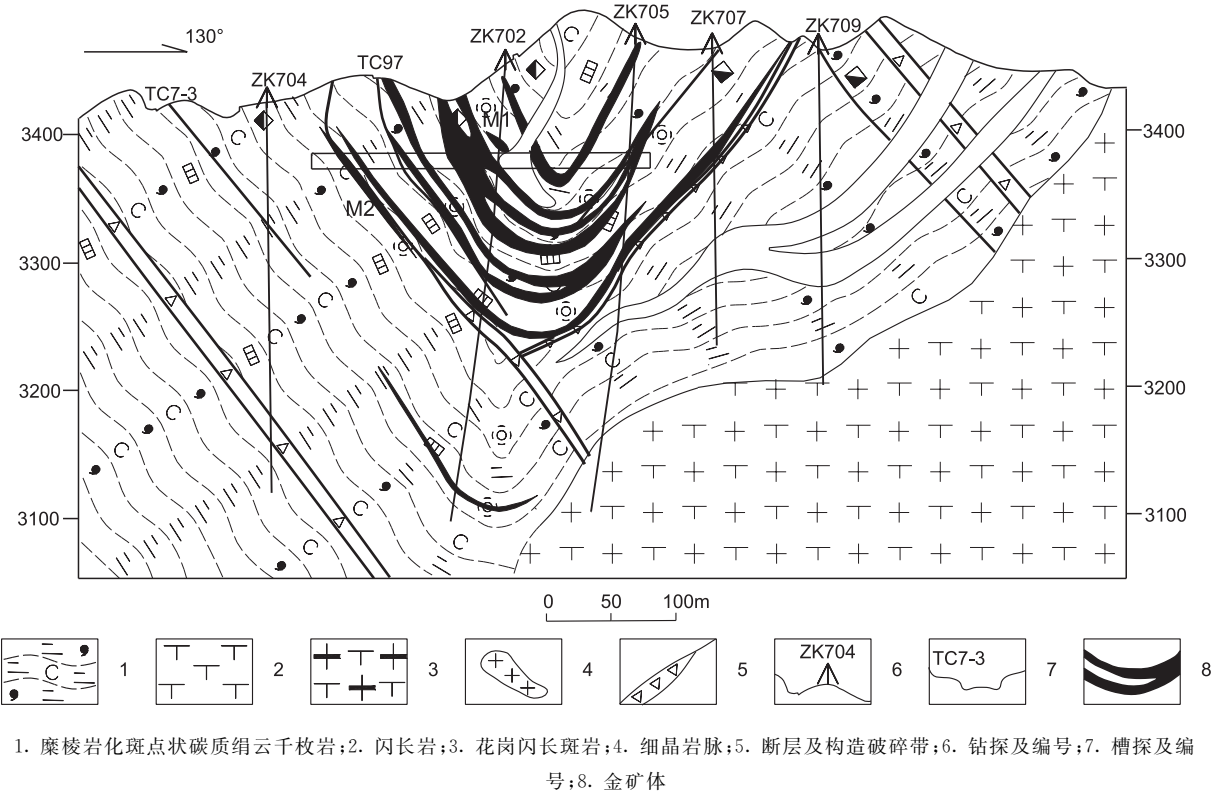


图 3 金龙沟矿区 7 勘探线剖面图

Fig. 3 Section of exploration line 7 in jinlonggou mining area

黄铁矿为主,少量毒砂,微量自然金、银金矿、含砷黄铁矿、自然铋、锡石和辉钼矿等。脉石矿物主要由绢云母、石英和少量碳酸盐(以铁白云石为主)、高岭石、石墨、绿泥石、绿帘石电气石组成。矿石结构主要为自形-半自形立方体及五角十二面体粒装结构、环边及环带结构、筛状包含结构等;矿石构造主要为浸染状构造、团块状构造及细脉浸染状构造等。矿石矿物主要有自然金、银金矿、毒砂、含砷黄铁矿;脉石矿物主要为石英、绢云母、绿泥石、绿帘石、白云石等。

2.4 成矿期次与蚀变特征

区内金龙沟金矿流体包裹体特征研究表明:金矿内主要存在 3 期热液流体活动和 2 期金成矿作用,流体成因既有变质成因,又有岩浆成因;与金成矿作用关系密切的矿化蚀变类型主要为黄铁矿化、毒砂矿化、硅化和绢云母化,主要载金矿物为黄铁矿(于凤池等,1998 年;张德全等,2007)。早期变形变质成矿作用与加里东晚期区域变质作用相关,形成 $Qz1+Py1+Ars1+Au1$ 组合,局限在 NW 向剪切带内,为金龙沟金矿床的首次矿化富集,使先期沉积

型黄铁矿强烈拔丝并形成环带状增生黄铁矿,增生黄铁矿具富 As 和富 Au 性,该阶段仅见于千枚岩型矿石中,黄铁矿晶粒普遍很细小,他形为主,该期形成自然金成色较高(大于 800),粒度细微,以包体金为主,和微细粒毒砂共生,主要形成了团块状、浸染状构造;第二期热液-矿化作用形成 $Qz2+Py2+Ars2+Au2+Ag1$ 矿物组合,记录了滩间山地区的第二次矿化事件,矿化叠加于早期矿化之上,与华力西早期岩浆侵入活动相关,新生的细粒五角十二面体黄铁矿增生于先期黄铁矿之上,集合体呈糖粒状、梳状,矿化在千枚岩型矿石和脉岩型矿石中均有分布,该期形成的矿物金的成色降低,并出现了银金矿,以裂隙金为主,粒度略有增加,主要形成了五角十二面体粒状结构、环边及环带结构、筛状包含结构和细脉浸染状构造。

3 成矿作用及找矿方向分析

3.1 成矿作用特征

金龙沟金矿早期热液成矿流体为 H_2O-CO_2-

CH₄-NaCl 体系,温度和盐度范围分别为 186~250℃和 1.4~7.9%NaCl 当量,成矿深度范围分别相当于 16~6 km,认为早期成矿流体属变质流体,形成时间约 401~425 Ma(Ar-Ar 法),即变形变质成矿期;第二期矿化产物叠加于早期产物之上,第二期成矿深度范围分别相当于 7~3.5 km,流体温度分别在 274~289℃,盐度为 1.8~7.9%NaCl 当量,显示有较高的热梯度,应属岩浆成因流体,第二期事件伴随的热液蚀变和金矿化在区内较为发育,是区内主要的一期金成矿作用(张德全等,2007;崔艳合,2000)。根据区内细晶沟地区侵入于金矿体的花岗斑岩其成岩年龄为(356.4±2.8) Ma(孙丰月等,2016),可间接推断其成矿时代上限应为晚泥盆世。

据青海省第一地质矿产勘查院于 2014~2015 年对金龙沟金矿碳质千枚岩型金矿石、蚀变脉岩型金矿石及花岗闪长斑岩的稀土及微量元素分析成果表明(表 1),它们的稀土元素配分模式曲线均表现为轻稀土元素富集型,呈明显的右倾趋势,轻重稀土元素分馏程度较高,显示微弱负铕异常,总体上看比较一致,微量元素标准化曲线也比较一致(图 4、图 5),说明区内金矿化与花岗闪长斑岩间具有密切的成生同源性关系,是其岩浆演化不同阶段的产物。区内花岗闪长斑岩成岩年龄为(394.4±6.0)Ma(李世金等,2011),由此也可以推断区内岩浆热液金矿化时间基本可以确定在 356~394 Ma 间,即中一晚泥盆世。

表 1 金龙沟金矿、花岗闪长斑岩稀土元素和微量元素(10⁻⁶)含量及参数表

Tab. 1 Content and parameters of rare earth elements (10 ⁻⁶) in Jinlonggou gold mine and granite-diorite porphyry												
样品编号	名称	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er
Y5-1	花岗闪长斑岩	11.45	25	2.877	11.09	2.298	0.705	2.022	0.322	1.753	0.370 4	0.946 1
Y5-3		10.7	22.58	2.732	10.62	2.211	0.631	1.94	0.316 3	1.816	0.373 6	0.996 3
Y5-5		13.16	26.87	3.244	12.32	2.511	0.653	2.162	0.338	1.895	0.384 2	1.028
Y5-6		14.39	29.31	3.438	12.98	2.64	0.77	2.188	0.330 1	1.845	0.375 1	0.989 7
Y5-7		12.69	26.35	3.204	12.23	2.544	0.766	2.236	0.341 6	1.931	0.393 4	1.06
Y5-4	脉岩型金矿石	11.49	25.19	2.913	11.02	2.276	0.673	1.882	0.299 7	1.595	0.340 9	0.863 2
Y5-8	千枚岩型金矿石	8.668	19.82	2.324	9.06	1.866	0.552	1.599	0.271 2	1.397	0.310 5	0.764 8
Y5-2		6.734	16.56	1.971	7.653	1.534	0.455	1.265	0.234 8	1.204	0.282 5	0.691 1
样品编号	名称	Tm	Yb	Lu	ΣREE	LREE	HREE	LREE/HREE		δEu		
Y5-1	花岗闪长斑岩	0.136 5	0.821	0.114 1	59.90	53.42	6.48	8.24		0.98		
Y5-3		0.141 2	0.879	0.120 3	56.06	49.47	6.58	7.52		0.91		
Y5-5		0.141 6	0.933	0.121	65.76	58.76	7.00	8.39		0.84		
Y5-6		0.140 3	0.881	0.118	70.40	63.53	6.87	9.25		0.95		
Y5-7		0.147	0.943	0.125 4	64.96	57.78	7.18	8.05		0.96		
Y5-4	脉岩型金矿石	0.130 4	0.767	0.113 1	59.55	53.56	5.99	8.94		0.97		
Y5-8	千枚岩型金矿石	0.125 1	0.68	0.104 1	47.54	42.29	5.25	8.05		0.95		
Y5-2		0.110 2	0.631	0.098 4	39.42	34.91	4.52	7.73		0.97		
样品编号	名称	Cu	Pb	Zn	Cr	Co	Ni	V	Ga	Sc	Cs	Rb
Y5-1	花岗闪长斑岩	7.89	5.329	35.04	10.99	3.04	7.41	26.65	17.36	3.67	1.429	46.81
Y5-3		12.62	42.1	39.28	21.9	3.15	8.41	31.83	17.15	4.16	1.404	33.16
Y5-5		13.86	23.94	38.53	8.075	3.34	6.41	32.16	17.91	3.37	1.417	58.48
Y5-6		7.23	4.57	40.4	7.845	4.3	7.06	28.69	18.88	4.33	1.846	71.53
Y5-7		8.37	5.892	41.52	9.015	5.27	7.37	28.72	16.39	2.94	1.638	64

续表 1

样品编号	名称	Cu	Pb	Zn	Cr	Co	Ni	V	Ga	Sc	Cs	Rb
Y5-4	脉岩型金矿石	10.84	4.354	32.1	8.06	3.98	6.72	28.74	18.44	3.73	1.672	56.95
Y5-8	千枚岩型金矿石	14.34	39.05	36.73	11.36	2.93	8.07	29.36	17.58	3.32	1.371	47.13
Y5-2		16.86	34.17	33.28	10.12	2.58	7.01	31.13	17.29	2.4	1.106	30.82
样品编号	名称	Sr	Ba	Ta	Nb	Th	U	Zr	Hf	Y		
Y5-1	花岗闪长斑岩	215.1	207.9	0.258	2.566	5.968	1.762	55.47	1.57	7.119		
Y5-3		180.4	195.3	0.273	2.628	5.775	2.235	107.9	2.86	7.311		
Y5-5		174.5	277.8	0.286	2.74	6.809	2.65	99.63	2.54	7.528		
Y5-6		195.6	241.8	0.291	2.69	7.172	2.334	67.24	1.87	7.646		
Y5-7		217.1	249.3	0.276	2.67	6.621	2.153	95.57	2.5	8.113		
Y5-4	脉岩型金矿石	174.1	325.2	0.258	2.537	6.456	1.836	48.97	1.46	6.149		
Y5-8	千枚岩型金矿石	173	221.3	0.275	2.597	6.222	2.133	49.55	1.54	4.891		
Y5-2		137	228.2	0.255	2.619	2.398	1.737	62.07	1.79	3.039		

注:测试单位:吉林大学测试科学实验中心,李予晋等,2014。

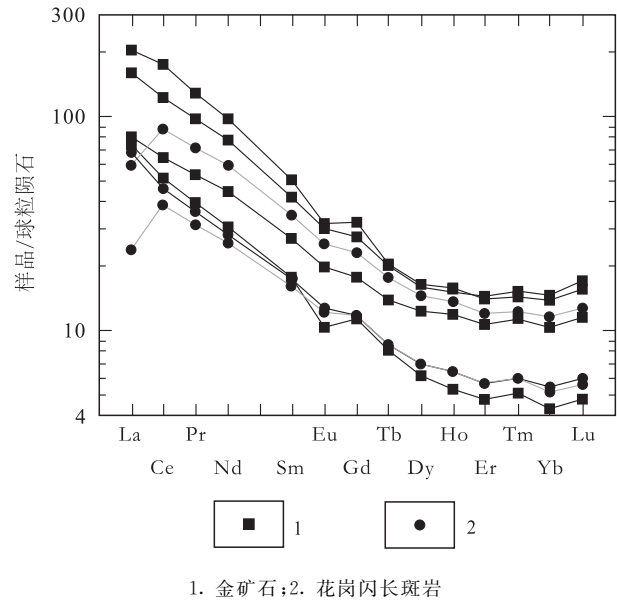


图 4 金龙沟金矿稀土元素配分模式图

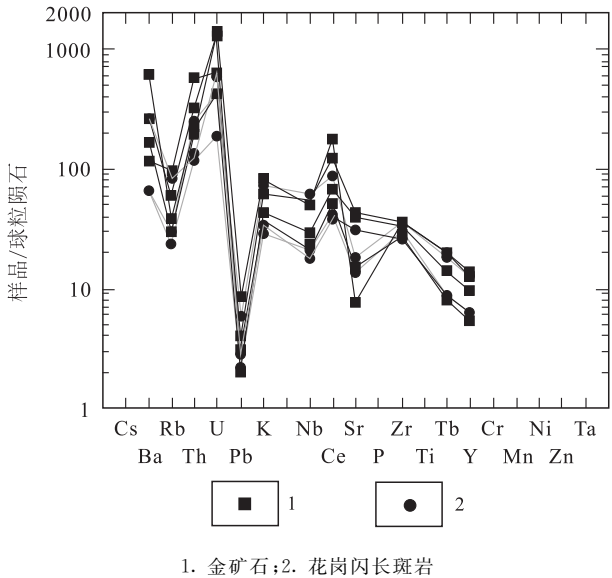


图 5 金龙沟金矿微量元素比值蛛网图

由上述可知,金龙沟金矿的形成明显受构造-岩体双重控制,矿石类型均为蚀变岩型,该矿床是典型的浅成中低温热液蚀变岩型金矿床。据此,可以梳理出区内金成矿要素主要如下。

大地构造位置:柴北缘蛇绿混杂岩带。

成矿时代:晚志留世(425~400 Ma)变质变形

成矿期和中泥盆世(374 Ma)岩浆热液成矿期。

构造环境:加里东晚期陆壳俯冲碰撞、华力西早期后造山陆内隆升环境。

成矿岩系:中元古代万洞沟群碎屑岩组(JxW^b)。

成矿侵入岩:花岗闪长斑岩,侵入时代为中晚泥

盆世,年龄为 396 Ma。

成矿构造:加里东晚期陆壳俯冲碰撞形成韧性剪切构造;随后于华力西早期转入陆内造山碰撞隆升,伴随剪切带的退化演化,在北西向剪切带内形成了近北东向次级皱褶构造。同时,在皱褶两翼及枢纽部位形成了伴生的滑脱断裂裂隙体系。控矿构造样式组合为:北西向剪切带+近北东向皱褶+滑脱断裂裂隙。

据上述矿床地质特征和成矿作用特征,结合前人研究成果(王慧初等,2005;呼格吉勒等,2018;崔林,2011)初步建立了金龙沟金矿成矿模式(图 6),可表述为:中元古代华北古陆台裂解,地壳发展进入到以拉伸作用为主的阶段,期间沉积了该区金矿源层——万洞沟群;晚寒武世起,柴北缘洋洋壳俯冲,并在 443~423 Ma 洋盆闭合,俯冲洋壳拖曳陆壳继续深俯冲碰撞,在中地壳上部形成了滩间山韧性剪

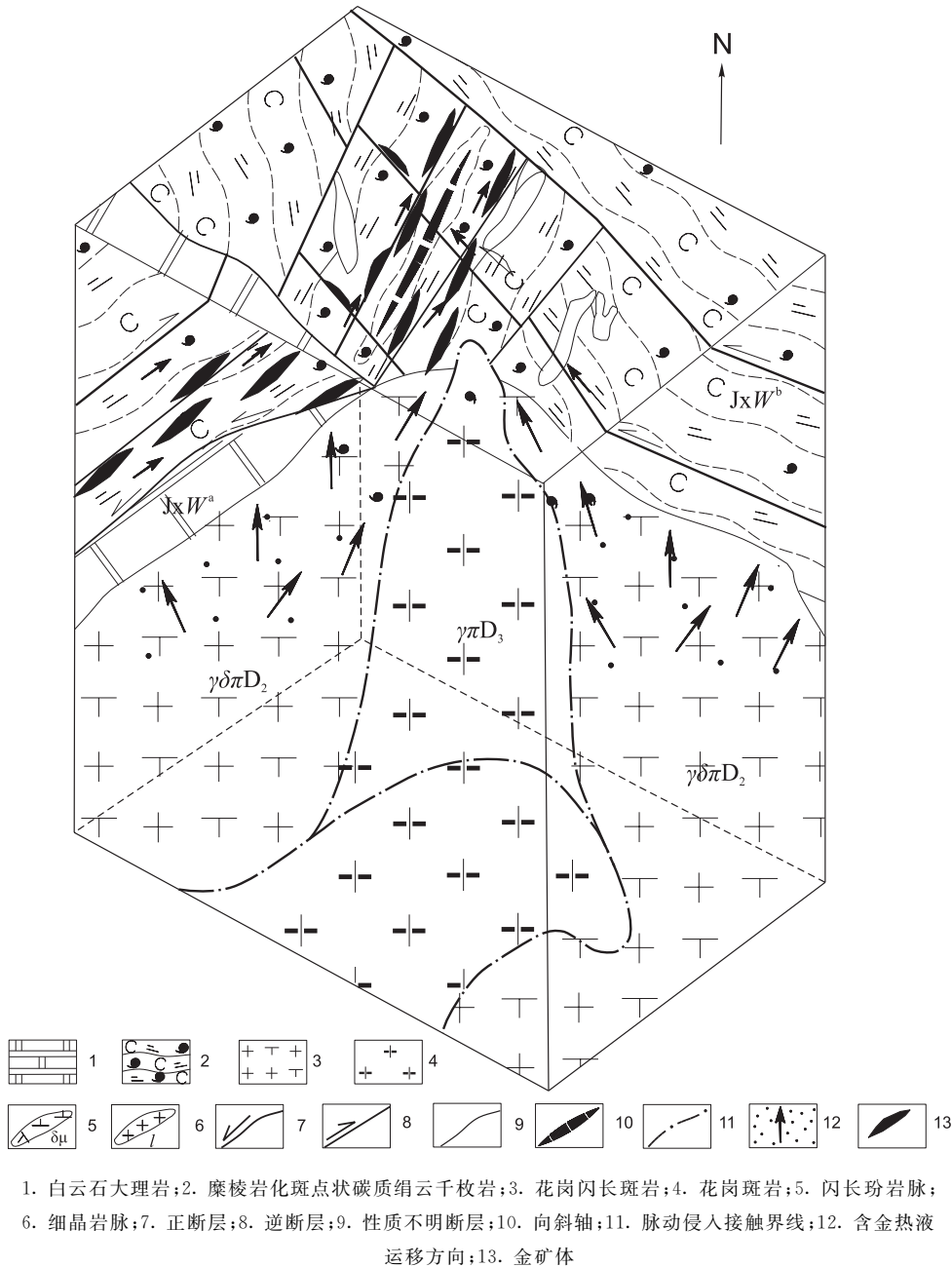


图 6 滩间山金龙沟金矿成矿模式图

Fig. 6 Metallogenic model of Jinlonggou gold deposit in Tanjianshan

切带构造(401~425 Ma, Ar-Ar 法)并诱发了区域低温动力变质作用,使万洞沟群矿源层中的金元素活化转移,在韧性剪切带内发生了滩间山地区的第一期金成矿作用。随后在早泥盆世进入陆内后造山演化阶段,该区褶皱隆升,在北西向剪切带内形成了叠加的近北东向褶皱构造,同时伴生形成了叠加于近北东向褶皱构造上的张性断裂裂隙构造,并诱发了深部壳源局部熔融的岩浆活动,沿区域性韧性剪切带构造上侵在地壳浅部(大致 7~3.5 km)形成了滩间山地区花岗闪长斑岩,随着岩浆结晶分异的演化,期后含金流体进入北东向断裂裂隙构造形成了金龙沟金矿的第二期的岩浆热液成矿作用。至此,金龙沟金矿形成。

3.2 找矿方向分析

区内金龙沟金矿床已达大型规模,多个学者和同行对其成矿背景和特征进行了分析和研究,相应也得出了多种结果和认识,前人研究的不同认识主要在于对控矿构造的认识不同,其中以张德全、于凤池等(2007, 1998)人为代表的研究认为金龙沟金矿控矿构造主要为区域性脆韧性剪切带构造,而以吉林大学地球科学学院为代表的研究者认为其控矿构造为变质核杂岩构造。笔者结合在该区的实际勘查工作认识后认为,以脆韧性剪切构造为控矿构造的认识更切合实际。现主要从控矿构造的角度出发进行金龙沟金矿深边部及区域找矿方向分析。

区域性北西向脆韧性剪切带构造是金龙沟金矿的一级控矿构造,该构造在走向和倾向上均具有稳定延伸;叠加于一级控矿构造内金龙沟复式向斜是金龙沟金矿的二级控矿构造,控制了矿床产出,该二级构造局限于一级韧性剪切带构造内。另外,沿走向向南西该构造被花岗闪长斑岩体侵蚀截切,故其沿走向展布长约 900 m,而沿倾向向深部约 400 m 处向斜转折端处已出现了隐伏的花岗闪长斑岩体,截切了矿床向深部的延深(图 3);展布在复式向斜构造内的北东向层间断裂裂隙构造是金龙沟金矿内的三级控矿构造,也即为具体的容矿构造,该三级构造为二级构造所派生的构造,三级构造的成生展布受控于二级构造。据此,就该矿床的控矿构造特征而言,其在走向和倾向上均无延伸,控矿向斜平面最大宽度约 400 m,故也可大致认为金龙沟金矿化域基本分布在一个 $900 \times 400 \times 400$ m 的一个长方体内(图 2),故从控矿构造展布延伸特征的角度分析:

认为金龙沟金矿向深部和沿走向方向上找矿前景较小,而其一级控矿构造沿走向向北西和南东存在稳定延伸,故笔者认为金龙沟金矿控矿剪切带内叠加的不同方向的次级褶皱、断裂、片理化带等构造是该区金龙沟式金矿床的成矿有利部位,此种叠加构造处具有较好的成矿条件和找矿前景。

4 结论

金龙沟金矿床在柴北缘金铅锌成矿带北西段,通过对其矿床特征和成矿作用分析认为:中泥盆世花岗闪长斑岩和北西向区域性剪切带构造是该带金矿主要成矿要素。加里东晚期区域变形变质作用使 Au 元素初步富集形成矿化,而中泥盆世岩浆活动使区内 Au 元素进一步富集而形成了工业矿化。而叠加于区域性北西向剪切带内的次级褶皱和断裂构造是该区有利成矿部位,具有较好的金矿找矿前景。而青海柴北缘结合带内北西向剪切带构造由西端小赛什腾山到中段绿梁山长约 300 km 范围内均较为发育,由此可以进一步认为柴北缘成矿带内上述范围内均存在与金龙沟金矿相似的成矿地质背景,是该带内寻找与造山有关的浅成中低温热液型金矿床的有利地段。另外,该带内滩间山处发现的青龙滩、青龙沟、胜利沟等多个金矿床(点)已进一步证实了此种认识。因此,笔者希望通过此次研究能够为柴北缘成矿带内北西段造山型金矿的勘查和实现找矿突破提供较好的理论依据和借鉴作用。

参考文献(References):

- 赖绍聪,邓晋福,杨建军,等. 柴达木北缘大型韧性剪切带构造特征[J]. 河北地质学院学报,1993,(6):578-586.
- LAI Shaocong, DENG Jinfu, YANG Jianjun, et al. Structural characteristics of large ductile shear zone in northern Qaidam [J]. Journal of Hebei Institute of Geology, 1993, (6):578-586.
- 王旭阳,王宏阳,王方里. 青海滩间山金矿成矿构造机制研究[J]. 地质学刊,2015,39(2):225-230.
- WANG Xuyang, WANG Hongyang, WANG Fangli. Study on metallogenic tectonic mechanism of Tanjianshan gold deposit in Qinghai Province[J]. Journal of Geology, 2015,39(2):225-230.
- 张雪亭,杨生德,杨站君,等. 1:1000000 青海省大地构造图

- 及其说明书[M]. 北京:地质出版社,2007.
- ZHANG Xueting, YANG Shengde, YANG Zhanjun, et al. 1:1 million Qinghai Geotectonic Map and Description [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2007.
- 张德全,张慧,丰成友,等. 青海滩间山金矿的复合金成矿作用——来自流体包裹体方面的证据[J]. 矿床地质, 2007,26(5):519-526.
- ZHANG Dequan, ZHANG Hui, FENG Chengyou, et al. Composite gold mineralization in Tanjianshan gold deposit, Qinghai Province-Evidence from fluid inclusions [J]. Geology of Mineral Deposits, 2007, 26 (5): 519-526.
- 李世金. 祁连造山带地球动力学演化与内生金属矿产成矿作用研究[D]. 吉林:吉林大学,2011.
- LI Shijin, Geodynamic Evolution of Qilian Orogenic Belt and Metallogenesis of Endogenous Metal Minerals [D]. Jilin: Jilin University, 2011.
- 贾群子,杜玉良,赵子基,等. 柴北缘北缘滩间山金矿区斜长花岗斑岩锆石 LAMCIPMS 测年及其岩石地球化学特征[J]. 地质科技情报,2013,32(1):87-93.
- JIA Qunzi, DU Yuliang, ZHAO Ziji, et al. LAMCIPMS dating of plagioclase granite porphyry fault rocks and their rock geochemical characteristics in Tanjianshan gold deposit, northern margin of Qaidam Basin [J]. Geological Science and Technology Information, 2013, 32 (1): 87-93.
- 孙丰月,张延军,许成翰,等. 柴北缘柴旦滩间山花岗斑岩体锆石 U-Pb 年代学、地球化学及 Hf 同位素[J]. 地球科学,2016,41(11):1830-1844.
- SUN Fengyue, ZHANG Yanjun, XU Chenghan, et al. U-Pb geochronology, geochemistry and Hf isotope of the granite porphyry in Tanjianshan, Dachaidan, northern Qaidam basin [J]. Geosciences, 2016, 41 (11): 1830-1844.
- 于凤池,马国良,魏刚锋,等. 青海滩间山金矿床地质特征和控矿因素分析[J]. 矿床地质,1998,17(1):47-56.
- YU Fengchi, MA Guoliang, WEI Gangfeng, et al. Analysis of geological characteristics and ore-controlling factors of Tanjianshan gold deposit in Qinghai Province [J]. Geology of Deposit, 1998,17 (1): 47-56.
- 呼格吉勒,马国栋,邓元良,等. 滩间山地区青龙沟金矿床成矿条件及模式[J]. 西北地质,2018,51(3):155-160.
- HU Gejile, MA Guodong, DENG Yuanliang, et al. Metallogenic conditions and model of Qinglonggou gold deposit in Tanjianshan area [J]. Northwest Geology, 2018,51 (3): 155-160.
- 崔林. 滩间山金矿地质特征及控矿因素再认识[J]. 青海大学学报(自然科学版),2011,29(4):68-72.
- CUI Lin. Re-understanding of geological characteristics and ore-controlling factors of Tanjianshan Gold Mine[J]. Journal of Qinghai University(Natural Science Edition), 2011,29(4):68-72.
- 王慧初,陆松年,莫宣学,等. 柴达木盆地北缘早古生代碰撞造山系统[J]. 地质通报,2005,24(7):603-612.
- WANG Huichu, LU Songnian, MO Xuanxue, et al. Early Paleozoic collision orogenic system in the northern margin of Qaidam Basin [J]. Geological Bulletin, 2005,24 (7): 603-612.
- 崔艳合,张德全,李大新,等. 青海滩间山金矿床地质地球化学及成因机制[J]. 矿床地质,2000,19(3):211-222.
- CUI Yanhe, ZHANG Dequan, LI Daxin, et al. Geological geochemistry and genetic mechanism of Tanjianshan gold deposit in Qinghai Province [J]. Deposit Geology, 2000,19 (3): 211-222.