

# 五龙沟金矿区域地球化学异常特征及找矿标志

邹长毅 史长义

(中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所, 河北 廊坊 065000)

**摘要:** 本文以地质及区域地球化学资料为基础, 通过对五龙沟金矿区域地质—地球化学异常特征和找矿标志的研究; 建立了该矿床的区域地球化学异常模型及找矿标志。对已取得的大量 1:20 万区域化探异常的筛选和评价, 以及进一步提高金矿化探普查效果, 均具有一定的积极意义。

**关键词:** 五龙沟金矿; 区域地球化学异常特征; 找矿标志

**中图分类号:** P596 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3657(2004)04-0420-04

五龙沟金矿位于青海省都兰县诺木洪乡, 西距格尔木市约 110 km。20 世纪 90 年代初期由青海省地勘局地质八队等单位发现<sup>①</sup>。金矿化类型主要为蚀变构造岩型金矿, 伴有石英脉型、夕卡岩型、玢岩—隐爆角砾岩型等多种类型金矿化。该金矿(田)由几个金矿床(体)组成, 矿田内分布有数个多金属矿(化)点。

## 1 区域地质背景

在大地构造上五龙沟金矿床位于东昆仑褶皱系(华力西期)的次一级构造单元东昆仑中间隆起带上或称为柴南缘火山岩弧带<sup>②</sup>。区域内出露地层主要有金水口群, 岩性主要为混合岩、片麻岩、斜长角闪岩夹大理岩。金矿(矿化带)主要产于其中的黑云斜长片麻岩中; 还有冰沟群白云岩、板岩、大理岩; 大干沟组石英砂岩、砾岩、碳质页岩、灰岩; 锦敖苏组石英砂岩、碳质页岩、灰岩; 新近系砾岩、砂岩、粘土岩和第四系砂砾、亚砂土。

区域断裂构造十分发育, 按其走向可分为 EW、NW (NNW) 向两组, 其中东西向断裂规模大、发生早、活动时间长, 控制着本区区域构造骨架形成以及地层、岩浆岩的分布。NW (NNW) 向断裂也比较强烈, 形成脆性断裂及剪切带, 控制金矿(矿化带)体和侵入岩(脉)体的产出和分布。

区域内岩浆岩特别发育, 为华力西期和燕山期侵入岩, 主要分布于昆中断裂以北地区, 即柴达木盆地南缘岩浆弧带上。岩石类型主要为花岗闪长岩、斜长花岗岩, 其次为花岗岩、灰白色花岗岩、闪长岩以及闪长玢岩、石英闪长玢岩脉以

及超基性—中性杂岩体等。

五龙沟金矿区目前发现的蚀变破碎带中赋存有工业矿体的为 20 多条。蚀变构造岩型金矿化主要产于蚀变破碎的金水口群黑云斜长片麻岩等古老变质岩和片麻状花岗闪长岩体、长英质糜棱岩等岩石以及 NW、NNW 向脆性断裂带中, 受构造破碎带控制, 矿体呈“脉”状、“带”状及透镜状, 地表长一般 100~400 m, 最长 710 m, 平均厚 1~3 m, 金品位一般为 1~10 g/t, 单样最高 171 g/t。围岩蚀变强烈, 以硅化、绢云母化、黄铁矿化及毒砂化为主, 次为铁碳酸盐化、辉锑矿化及辉铁锑矿化, 近地表氧化带发育高岭土化、褐铁矿化及臭葱石化等。矿石典型金属矿物组合为黄铁矿+毒砂+辉铁锑矿, 明金少见, 黄铜矿、方铅矿及闪锌矿等罕见。金主要以超显微状态赋存于毒砂、辉铁锑矿及黄铁矿中。矿石呈浸染状、细脉浸染状及角砾状, 矿石类型可进一步分为蚀变碎裂岩和蚀变(碎裂)千糜岩型<sup>③</sup>。

## 2 区域地球化学特征

从主要元素和微量元素的平均含量(表 1)可以看出: ①古元古界中 Si 平均含量高于地壳丰度, 但 Fe、Mg 远远低于地壳丰度, Ca 与地壳丰度值相近, K 略高于地壳丰度值, Na 明显偏低。若与东昆仑及青海省平均值相比, Si 含量偏低, Fe、Mg、Ca、Na、K 略显偏高。因而, 从区域角度衡量, 赋矿的古元古界在区域上处于相对低 Si, 高 Fe、Mg、Ca、Na、K 的地球化学环境。

② 古元古界微量元素的相对丰度高于地壳化学元素丰

收稿日期: 2003-08-15; 改回日期: 2004-04-26

基金项目: 国家“九五”重点科技攻关项目(96-914-2-02-01)。

作者简介: 邹长毅, 男, 1951 年生, 教授级高级工程师, 主要从事矿区化探和化探方法技术研究工作; E-mail: cyzou@eyou.com。

① 青海省地球化学勘查队. 青海省东昆仑地球化学图说明书, 1992.

度<sup>[4]</sup>的元素有 Au、As、B、Ba、Bi、F、Pb、Sb、Sn、W; 相对丰度高于东昆仑地区的元素有: Ba、Cd、Co、Cr、Cu、F、Hg、Mo、Ni、Pb、Sn、W、Zn 等。可见, 东昆仑显示出 Au 等多种微量元素的高背景地球化学特征, 而古元古界又是高背景中的相对高背景地段。上述结果表明五龙沟金矿床区域上处于 Au 等元素丰度较高的东昆仑金-多金属成矿带上, 可为矿床的形成提供丰富的物质基础。

从东昆仑地区华力西期和燕山期中酸性侵入岩类微量元素和主要元素的平均含量(表 2)可见, ① 华力西期花岗岩、花岗闪长岩中相对富含 Au、Hg、Sb、Cr、Ni、Co 等元素, K 含量略高于 Na; 具有同熔型花岗岩的微量元素特征, 即岩体

富含显示深源特征元素 Cr、Ni、Co 等。② 燕山期花岗岩、花岗闪长岩比华力西期同类岩石更富含 Li、Rb、W、Sn、Bi、Be、Mo、Ag、As、Zn、Pb、Cd、F、Nb 等元素, K 含量大于 Na, 即燕山期花岗岩类富含改造型花岗岩类的特征微量元素。③ 燕山期和华力西期花岗岩类侵入岩含 Au 显著高于花岗岩丰度值。这表明燕山期和华力西期花岗岩类侵入岩富含丰富的矿质, 可为复合成矿提供充足的矿质来源。

### 3 区域地球化学异常特征

从图 1 可以看出, 具有异常含量的指示元素有 Au、As、Sb、Ag、Zn、Cd、Pb。

表 1 青海省东昆仑地区地层中主要元素和微量元素含量平均值( $\bar{X}$ )  
Table 1 Average major element and trace element contents ( $\bar{X}$ ) in strata  
in the East Kunlun area, Qinghai Province

元 素	Pt <sub>1</sub>	东昆仑	青海省	黎彤 <sup>[4]</sup>	元 素	Pt <sub>1</sub>	东昆仑	青海省	黎彤 <sup>[4]</sup>
Ag	0.04	0.051	0.065	0.08	Sn	2.46	2.36	2.61	1.7
As	9.9	12.30	13.6	2.2	W	2.19	1.9	1.706	1.1
Au	1.26	1.61	1.35	1.0*	Zn	64.82	58.3	57.5	94
B	34.51	36.10	52.9	13	Li	31.38	29.6	32.61	21
Ba	526.0	491.0	464.2	390	Rb	108.4	98.9	88.1	78
Bi	0.32	0.33	0.289	0.0043	U	2.25	2.00	2.15	1.7
Cd	0.15	0.14	0.19	0.15	Be	2.12	1.90	1.95	1.3
Co	10.66	9.55	9.95	25	Nb	14.99	12.8	12.4	19
Cr	53.85	48.70	56.9	110	Si	28.49	30.28	32.02	26.8
Cu	20.69	20.2	19.9	63	Al	5.86	5.70	6.03	8.3
F	617.2	503.0	471	450	Fe	3.20	2.78	2.25	5.8
Hg	16.22	15.25	27	90	Mg	1.49	1.11	0.95	2.8
Mo	1.06	0.80	0.639	1.3	Ca	5.10	4.25	2.24	5.2
Ni	23.31	22.7	21.62	89	Na	1.65	1.53	1.07	2.3
Pb	20.68	18.7	19.97	12	K	1.93	1.86	1.73	1.7
Sb	0.73	0.96	0.93	0.6					

注: (1) Au、Ag 含量单位( $\bar{X}$ )为  $10^{-6}$ ; Si-K 为  $10^{-2}$ ; 其他元素为  $10^{-4}$ ; (2) \*Au 丰度值引自戴问天, 1991; Pt<sub>1</sub>、东昆仑、青海省的数据引自《青海省东昆仑地球化学图说明书》, 1992; 黎彤的数据引自参考文献[4]。

表 2 青海省东昆仑地区岩浆岩中主要元素和微量元素含量平均值( $\bar{X}$ )  
Table 2 Average major element and trace element contents ( $\bar{X}$ ) in the magmatic rocks  
in the East Kunlun area, Qinghai Province

元素	$\gamma_s$	$\gamma_{\delta_s}$	$\gamma_i$	$\gamma_{\delta_i}$	花岗岩丰度值	元素	$\gamma_s$	$\gamma_{\delta_s}$	$\gamma_i$	$\gamma_{\delta_i}$	花岗岩丰度值
Ag	0.06	0.08	0.05	0.05	0.05	Sn	3.42	3.07	2.54	2.38	1.5
As	10.0	0.72	9.85	11.0	1.9	W	2.76	2.85	2.09	2.15	1.3
Au	1.16	0.92	1.26	1.28	0.53*	Zn	62.4	66.1	61.3	61.1	60
B	28.4	22.3	29.1	26.6	9	Li	31	28.3	28.9	29.7	24.0
Ba	542	563	555	553	420	Rb	136	125	110	108	110
Bi	0.45	0.77	0.31	0.34	0.24*	U	2.66	2.40	2.14	2.18	3.0
Cd	0.17	0.22	0.14	0.16	0.13	Be	2.44	2.06	2.09	2.04	2
Co	8.33	9.75	9.39	9.85	7	Nb	17.0	15.2	13.9	14.2	20
Cr	36.9	36.5	44.3	42.4	22	Si	29.83	30.01	29.45	28.99	31.4
Cu	15.9	17.8	16	16.7	30	Al	6.03	6.30	6.09	6.03	8.2
F	658	503	544	546	520	Fe	2.60	3.06	3.55	3.03	2.96
Hg	10.7	17.6	18.6	14.9	80	Mg	1.00	1.06	1.17	1.23	0.94
Mo	1.01	1.31	0.94	0.93	1.0	Ca	4.10	3.72	4.31	4.60	2.53
Ni	16.8	15.7	19.7	18.8	15	Na	1.83	1.81	1.88	1.83	2.84
Pb	23.0	27.2	20.5	20.6	15	K	2.28	2.24	2.00	2.00	2.52
Sb	0.63	0.61	0.62	0.68	0.2						

注: (1) Au、Ag 含量单位( $\bar{X}$ )为  $10^{-6}$ ; Si-K 为  $10^{-2}$ ; 其他元素为  $10^{-4}$ ; (2)  $\gamma_s$ 、 $\gamma_{\delta_s}$ 、 $\gamma_i$ 、 $\gamma_{\delta_i}$  数据引自《青海省东昆仑地球化学图说明书》, 1992; 花岗岩 Au 和 Bi 丰度值引自参考文献[5]; 其他均引自参考文献[4]。

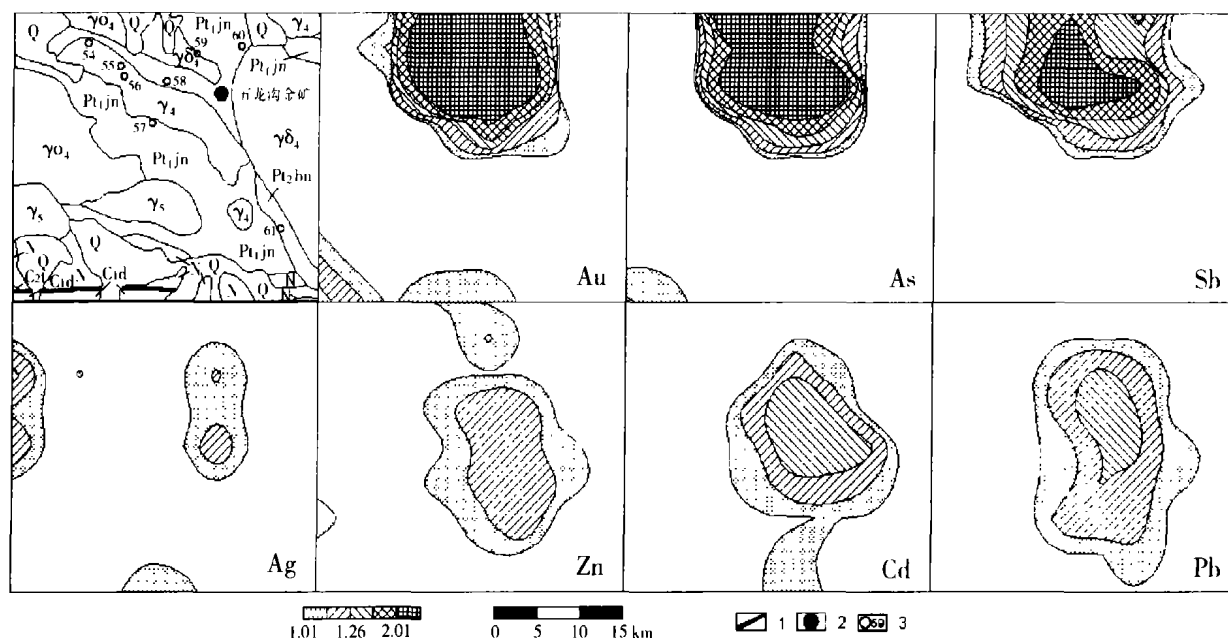


图1 青海省五龙沟金矿衬值异常图

Q—第四系;N—新近系; $C_2$ —上石炭统绵苏组; $C_4$ —下石炭统大干沟组;Pt<sub>1jn</sub>—古元古代金水口群;Pt<sub>2bn</sub>—新元古代冰沟群;

$\gamma_5$ —花岗岩; $\gamma_4$ —灰白色花岗岩; $\gamma_{O4}$ —斜长花岗岩; $\gamma_{\delta 4}$ —花岗闪长岩;1—断裂;2—金矿床;3—矿(化)点及编号

Fig.1 Contrast anomalies of the wulonggou gold deposit in Qinghai

Q—Quaternary;N—Neogene; $C_2$ —Upper Carbonaceous Diaoasu Formation; $C_4$ —Lower Carbonaceous Dagangou Formation;Pt<sub>1jn</sub>—Lower Proterozoic Jinshuiou Group;Pt<sub>2bn</sub>—Upper Proterozoic Binggou Group; $\gamma_5$ —granite; $\gamma_4$ —greish white granite; $\gamma_{O4}$ —Pagio granite; $\gamma_{\delta 4}$ —granodiorite;

1—faults;2—gold deposit;mineral (mineralized) occurrence and serial number

(1)主成矿元素 Au 的区域衬值异常,形态规整,衬值分带清晰,浓集中心明显,呈近似等轴状展布于五龙沟金矿以及 54~61 号 Cu、Pb、Mo、Fe 矿(化)点集中分布地段。异常北部未封闭,向北延出图区。衬值大于 1.01 的外带异常面积约 300 km<sup>2</sup>左右,基本上反映了沿发育于金水口群的 NW 向、NNW 向多组断裂蚀变带赋存的金—多金属矿化范围。内带异常呈 NW—SE 向略有拉长的 U 字形展布,反映了以 NW 向断裂蚀变带为主要赋矿断裂的金—多金属矿化的分布地段。

(2)As、Sb 异常叠置于 Au 异常地段,浓度分带清晰,浓集中心明显。其异常规模与 Au 基本相当,As 的内带异常较 Au 的内带异常在 NW—SE 向延伸的更长一些,Sb 内带异常呈 L 形展布,远比 Au、As 内带异常规模小。Au、As、Sb 的这种分布特征展示出了 EW 向和 NW 向构造矿化的复合作用结果。

(3)Ag 异常宏观上呈南北向紧靠 Au 异常的南侧展布,异常含量低,规模小,仅出现中外带异常。具有南北两个低含量浓集中心,北浓集中心与五龙沟金矿位置基本吻合。南部浓集中心叠置于 Au 外带异常的南缘上,地质上位于华力西期花岗岩和古元古界金水口群接触带附近,可能预示着存在 Pb、Zn 多金属矿化。

(4)与 Ag 一样,Zn、Cd、Pb 异常紧靠 Au 异常南侧展布。Zn 只出现中外带低浓度异常,总体上呈 NNW 向展布。分为

南北两个各具浓集中心的异常,北异常规模较小,与金异常浓集中心完全重合,其浓集中心与已知铜矿点位置相当。南异常面积约 300 km<sup>2</sup>,北部部分与 Au 异常叠置,金矿床位于该异常区北东侧外带异常内。Cd 异常分布态势与 Zn 相似,两者浓集中心基本吻合,区别是 Cd 的浓集中心呈 NW 向展布,但其外带衬值异常呈蝌蚪状近南北向展布,且异常范围较大。Pb 与 Zn 同样具有相似的分布特征,宏观上亦呈 NNW 向展布。异常更偏置于 Au 异常的南侧,其异常强度和面积均略大于 Zn 异常。Pb、Zn、Cd 异常这种分布特征,除作为金矿伴生元素存在外,可能还指示多金属矿化。

综上所述,五龙沟金矿 1:20 万区域地球化学异常具有 Au、As、Sb、Ag、Cd、Pb、Zn 等多元素组合,其中 Au、As、Sb 的异常叠置于金—多金属成矿带上,与矿床、矿化点分布范围大体一致。Ag、Cd、Pb、Zn 偏置于 Au、As、Sb 异常的南侧,构成了 Au、As、Sb 异常叠置于 Au—多金属矿化赋存的断裂蚀变带发育地段,Ag、Cd、Pb、Zn 紧靠其一侧展布的侧向分带模式。

#### 4 五龙沟金矿区域地质、地球化学普查找矿评价标志

(1)在地质构造上,五龙沟金矿床赋存于近 EW 向的昆中断裂北侧次级断裂发育地段,矿化主要赋集在 NW—NNW

向的脆性断裂中。

(2)该矿床金矿化严格受蚀变剪切带控制,且多条剪切带彼此平行产出,赋矿的蚀变剪切带除聚集有一系列金矿(化)体外,矿区范围内还伴有夕卡岩型含 Au 多金属矿床(点)多处。沿金矿赋矿的蚀变剪切带,除五龙沟金矿床外,还赋存有 Pb-Zn(61)、Fe(58)、Pb(56)、Cu(59)、Mo(55)等矿(化)点。

(3)矿化区内岩浆活动较强烈,发育有华力西期和燕山期花岗岩类,这些不同期次的与金矿化有成因联系的花岗岩类,宏观上往往于矿化蚀变带两侧形成与其长轴方向近于平行展布的岩浆岩带。燕山期和华力西期花岗岩类侵入岩含 Au 显著地高于地壳丰度值,表明这两期花岗岩类侵入岩富含丰富的矿质,可为 Au 成矿提供充足的矿质来源。

(4)五龙沟金矿围岩蚀变强烈,主要为硅化、绢云母化、黄铁矿化及毒砂化,次为铁碳酸盐化、辉锑矿化及辉(铁)锑矿化等,近地表氧化带发育高岭土化、褐铁矿化等;这种围岩蚀变组合沿矿化剪切带分布,展布范围远大于剪切带,构成地表醒目的地质找矿标志。

(5)该金矿床矿化区呈现出 Au、Ag、Cu、Pb、Zn 等微量元素区域高背景含量特征(伴有 Cu、Pb、Zn 多金属矿点产出),其中 Au 尤为显著;而赋矿的剪切带又是区域高背景含量中的高背景地带。这一特征在区域矿产勘查中,可作为勘查该类矿化的地球化学普查找矿标志。

(6)五龙沟矿床区域地球化学异常具有一套以 Au 为主的多元素组合。Au、As、Sb、Ag、Cd、Pb、Zn 是该矿床区域成晕的主要指示元素,且这些指示元素异常相对矿化赋存地段具有相似的带状空间分布关系。

以上研究结果表明 Au、As、Sb、Ag、Cd、Pb、Zn 是五龙沟金矿床区域化探异常主要的成晕元素,即 Au、As、Sb 的异常叠置于金-多金属成矿带矿化富集地段,与矿床、矿化点分布范围大体一致。Ag、Cd、Pb、Zn 偏置于 Au、As、Sb 异常的南

侧,从而构成了 Au、As、Sb 异常叠置于金-多金属矿化赋存的断裂蚀变带发育地段,Ag、Cd、Pb、Zn 紧靠其一侧展布的侧向分带模式。

#### 参考文献(References):

- [1] 胡正国,刘继庆,钱壮志,等.东昆仑—北巴颜喀拉区域成矿规律及找矿工作思路[J].青海地质,1998,7(2):11~18.  
Hu Zhengguo, Liu Jiqing, Qian Zhuangzhi, et al. Regional minerogenic regularities of east Kunlun-North Bayan Har mountains and prospecting thought[J]. Qinghai Geology. 1998,7(2):11~18 (in Chinese with English abstract).
- [2] 任纪舜,姜春发,张正坤,等.中国大地构造及其演化[M].北京:科学出版社,1980.47~52  
Ren Jishun, Jiang Chunfa, Zhang Zhengkun, et al. The Geotectonic Evolution of China[M]. Beijing: Science Press, 1980.47~52(in Chinese with English contents).
- [3] 李厚民,钱壮志,胡正国,等.青海省都兰县五龙沟地区金矿化类型[J].青海地质,1999,8(1):36~41.  
Li Houmin, Qian Zhuangzhi, Hu Zhengguo, et al. Type of gold mineralization in Wulonggou area, Qinghai [J]. Qinghai Geology. 1999,8(1):36~41(in Chinese with English abstract).
- [4] 黄薰德,吴郁彦,林名河,等.地球化学找矿[M].北京:地质出版社,1989.  
Huang Xunde, Wu Yuyan, Lin Minghe, et al. Geochemical Prospecting [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1989 (in Chinese).
- [5] 鄯明才,迟清华.中国东部地壳与岩石的化学组成[M].北京:科学出版社,1997.  
Yan Mingcai, Chi Qinghua. The chemical compositions of crust and rocks in the eastern part of china[M]. Beijing: Science Press, 1997 (in Chinese with English preface and contents).

## Characteristics of regional geochemical anomalies and ore indications in the Wulonggou gold deposit

ZOU Chang-yi, SHI Chang-yi

(Institute of Geophysical and Geochemical Exploration, Chinese Academy of Geological Sciences, Langfang 065000, Hebei, China)

**Abstract:** Based on geological and regional geochemical data and study of the characteristics of regional geochemical anomalies and ore indications of the Wulonggou gold deposit, a regional geochemical anomaly model and ore indications of the Wulonggou gold deposit have been set up. The sieving and evaluation of 1:200,000 regional geochemical anomalies and further improvement of the results of gold geochemical reconnaissance have certain positive significance.

**Key words:** Wulonggou gold deposit; characteristics of regional geochemical anomalies; ore indication