



# 大柴旦行委超立本陶勒盖地区 化探异常特征及找矿方向

于林松,李世勇,张斌,王东平,刘辉  
(山东省物化探勘查院,山东 济南 250013)

**摘要:**在超立本陶勒盖开展不同层次化探工作的基础上认为,浅覆盖区逐级开展不同层次化探工作能快速有效地缩小找矿靶区。超力本陶勒盖 Au, As 异常相关性明显,该区 Au 异常可能为勒门沟组同生碎屑沉积地层引起,也可能后期经历了构造活化富集;巴龙贡噶尔组地层中 Cu 多金属异常浓集中心多数规模较小,异常区幅值不大,该类元素异常可能与褶皱处石英脉及次级构造破碎带中发现的零星孔雀石化有关;虽规模较小,但对该套地层的认识及找矿提供了思路。

**关键词:**水系沉积物测量;土壤测量;化探异常;找矿方向;大柴旦行委;青海省

**中图分类号:**P632      **文献标识码:**A

**引文格式:**于林松,李世勇,张斌,等.大柴旦行委超立本陶勒盖地区化探异常特征及找矿方向[J].山东国土资源,2016,32(2):39-42. YU Linsong, LI Shiyong, ZHANG Bin, etc. Characteristics of Geochemical Anomalies and Ore Prospecting Direction in Chaolibentaolegai Area in Dachaidan of Qinghai Province[J]. Shandong Land and Resources, 2016, 32(2):39-42.

## 0 引言

青海省大柴旦行委超立本陶勒盖地区位于柴达木盆地北缘,塔塔棱河中游偏南的位置,属于大柴旦-冷湖煤和 Pb-Zn-Ag-Cu 等多金属规划区<sup>①</sup>。区域上已发现多处铅锌及金银矿床,如大柴旦双口山铅锌矿、锡铁山铅锌矿、大柴旦滩间山金矿、大柴旦青龙沟金矿等<sup>[1-4]</sup>。此外,在柴达木山、超立本陶勒盖、土里宝里盖南一带发现有较好的金铜矿化线索,显示了该区良好的成矿地质条件和找矿前景。

工作区地球化学景观分区属于旱—半干旱高山丘陵区<sup>[5]</sup>,表生地球化学作用复杂程度相对偏低<sup>[6]</sup>。区内最高点为超力本陶勒盖西南侧的黑石山,海拔 4 616 m,最低点位于北侧塔塔棱河沿岸沟谷一带,海拔为 4 100 m,地势总体起伏不大。超力本陶勒盖地区原 1:20 万柴北缘中东段水系沉积物测量成果表明<sup>②</sup>,该地区存在 Au 及 Cu 多金属异常,

且浓集中心相对显著,有较好的找矿前景。随后开展的 1:5 万水系沉积物测量工作验证了 Au 及 Cu 多金属异常的存在<sup>[7]</sup>。异常检查期间优选了超力本陶勒盖地区成矿有利地段开展了 1:1 万路线调查和土壤地球化学测量工作,初步证实该区具有一定的金矿成矿潜力,矿化类型可能为同生碎屑沉积型矿化。该次即通过对比水系及土壤测量地球化学特征,进行该区异常的解释评价,并进行找矿研究。

## 1 地质背景

异常区出露地层相对简单(图 1(A)),主要为早志留世巴龙贡噶尔组和早中二叠世草地沟组、早中二叠世勒门沟组。早志留世巴龙贡噶尔组在异常区分布范围较广,呈 NW—SE 向条带状分布于异常区 SN 两侧。受后期构造影响,砂岩普遍片理化。褶皱发育,主要为宽缓褶皱。勒门沟组呈条带状展布于异常区中部,不整合于巴龙贡噶尔组中、下岩段

收稿日期:2015-07-15;修订日期:2015-08-07;编辑:陶卫卫

作者简介:于林松(1980—),男,山东烟台人,工程师,主要从事矿床及环境地球化学工作;E-mail:sean\_yls@163.com

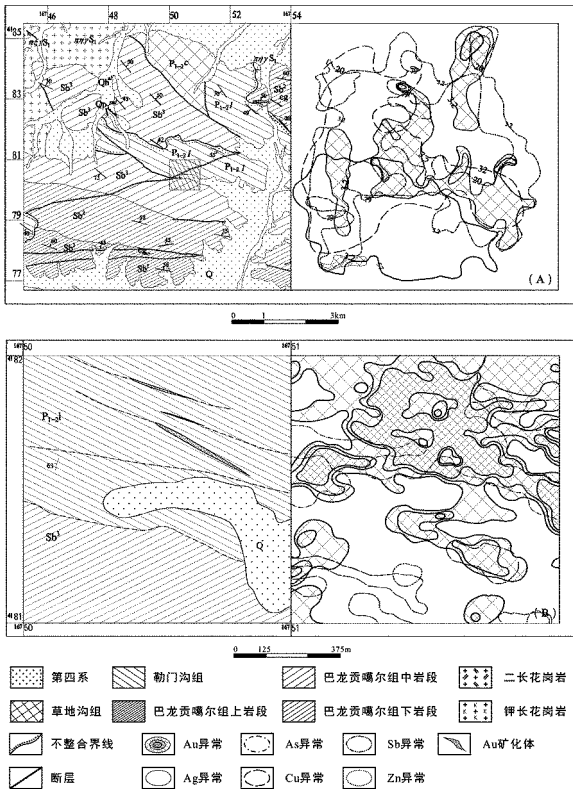
①青海省国土资源厅,青藏高原地质矿产调查与评价专项,2007 年。

②青海省地球化学勘查技术研究院,青海省柴北缘中东段地球化学图说明书,1997 年。

之间,与上覆草地沟组呈整合接触,局部为断层接触,且由西向东沉积厚度逐渐减薄。早中二叠世草地沟组下部与勒门沟组呈断层接触,上部为第四纪洪冲积所覆盖。该区岩浆岩多呈规模较大的岩基状产出,而在异常区仅西北部零星出露,为斑状/似斑状二长花岗岩、钾长花岗岩为主。

形成次生富集现象<sup>[8]</sup>,这也为异常检查工作提供了思路。As 异常呈 NE—SE 的转角状展布,往 NE 方向浓集,异常值集中在  $26 \times 10^{-6} \sim 92.1 \times 10^{-6}$  间,平均值  $41.77 \times 10^{-6}$ ,异常面积  $8.36 \text{ km}^2$ ,表现为二级浓度分带。Sb 异常总体呈 NW—SE 向条带状展布,向 SE 方向浓集中心明显,异常值集中在  $2 \times 10^{-6} \sim 10 \times 10^{-6}$  间,平均值  $3.31 \times 10^{-9}$ ,峰值为  $24.66 \times 10^{-6}$ ,异常面积  $33.97 \text{ km}^2$ ,三级分带显著,并体现出与 Au 异常的关联性;Ag 异常总体呈近 EW 向展布,长宽比在 3:1,异常值集中在  $0.079 \times 10^{-9} \sim 0.2 \times 10^{-9}$  间,平均值  $0.143 \times 10^{-9}$ ,峰值为  $0.33 \times 10^{-6}$ ,异常面积  $1.20 \text{ km}^2$ ,三级分带。Pb 异常规模较小,呈近等轴状分布于该综合异常北侧,与金相关性不大,异常值集中在  $32 \times 10^{-6} \sim 80 \times 10^{-6}$  间,平均值  $113.90 \times 10^{-6}$ ,峰值为  $178.4 \times 10^{-6}$ ,异常面积  $1.28 \text{ km}^2$ ,三级分带显著。

在土壤测量异常图上(图 1(B))可看出,该异常体展布明显与地层相关。主元素 Au 异常呈不规则状展布,与勒门沟组地层分布一致,异常值集中在  $4.1 \times 10^{-9} \sim 40.3 \times 10^{-9}$  间,平均值  $7.32 \times 10^{-9}$ ,异常衬值 3.85,大于  $100 \times 10^{-9}$  的异常点数为 15 处,最高值为  $616.7 \times 10^{-9}$ ,三级浓度分带明显,具超内带;同时,As 异常呈 NW—SE 向于 Au 异常集中区杂乱展布,二者具明显相关性,As 异常值集中在  $20 \times 10^{-6} \sim 124 \times 10^{-6}$  间,平均值  $63.2 \times 10^{-6}$ ,峰值为  $2\ 053.8 \times 10^{-6}$ ;其次,Cu,Pb,Zn 等元素异常规模均不大,各异常幅值不高,只有零星的单点高值出现,这些元素多表现为弱小异常状,呈豆荚状、短条带状散布于志留纪地层中,在对土壤测量异常检查阶段,于巴龙贡噶尔组砂板岩宽缓褶皱发育处,见有多条细小顺层石英脉分布,局部见孔雀石化,拣块样分析结果 Cu: $1724.8 \times 10^{-6}$ ,Pb: $1\ 067 \times 10^{-6}$ ,Zn: $6\ 206 \times 10^{-6}$ ,表明了局部小规模富集体的存在;再者,Au 与 Cu 多金属异常接触边部极少有异常分布,且形成了以 Au 异常为界的特征,可能反映了岩性或异常源的差异。



A—水系沉积物测量区及其综合异常特征;B—土壤测量区及其综合异常特征

图 1 超大本陶勒盖地区不同化探方法及综合异常特征简图

## 2 地球化学特征

### 2.1 异常特征

在水系沉积物测量异常图上(图 1(A))可看出,该异常体主元素总体略呈北—南—南东的转角状展布,长轴与地层展布方向较为一致。多元素异常表现为杂乱的弱相关,但 Au, Sb, As 关联性较好。该异常以 Au 为主元素,异常特征组合元素为 Sb, Zn, Pb, Ag, Mo, As, Cu 等;另伴有 Ti, Co, Cr, Ni 等元素异常。主元素 Au 异常由 3 处组成,异常值集中在  $3.2 \times 10^{-9} \sim 18 \times 10^{-9}$  间,峰值  $92.1 \times 10^{-9}$ ,平均值  $6.38 \times 10^{-9}$ ,异常面积  $11.24 \text{ km}^2$ ,三级浓度分带明显;从 Au 的地球化学属性看,其活动性相对较低,不易

### 2.2 元素的相关性分析

对土壤测量数据进行相关分析,由表 1 可知:Au 与 As 相关度为 0.418,呈一般相关。Ag 与 Bi, Co, Cr, Ni, Pb, Sn, Zn 等元素相关度集中在 0.245~0.383,呈弱相关;Bi 与 Co, Cr, Cu, Ni, Sn 等元素相关度为 0.464~0.566,呈一般相关;Bi 与 Sb, Sn 相关度为 0.210~0.285,呈弱相关;Co 与 Cr, Ni 相关度为 0.885~0.925,呈显著相关;另与 Cu, Sn, W, Zn 等元

素有一定相关性;Cr 与 Ni 相关度为 0.943,呈显著相关,另与 Cu、Sn、W 等呈相关性。Cu 与 Sb 相关度为 0.436,为一般相关;Ni 与 Sn 相关度为 0.597,呈一般相关。Pb 与 Zn 相关度为 0.759,呈显著相关。从表 1 可以初步认为,Co, Cr, Ni 元素组相关性显著;Pb 与 Zn, Au 与 As 元素组相关性较好,因此该类元素可作为该区具有找矿前景的地球化学指示元

素。

### 2.3 不同化探手段地球化学特征参数对比

利用 GeoIPAS V3.2 软件分别对区内水系、土壤测量样品测试数据进行分析,对 13 种元素的离群样本数、平均值、标准偏差、变异系数和浓集克拉克值等地球化学参数进行了统计。

表 1 超力本陶勒盖地区土壤测量元素相关分析

元素	Au	Ag	As	Bi	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	Sb	Sn	W	Zn
Au	1.000												
Ag	0.009	1.000											
As	0.418	-0.026	1.000										
Bi	-0.042	0.245	-0.111	1.000									
Co	-0.114	0.333	-0.262	0.566	1.000								
Cr	-0.109	0.343	-0.267	0.494	0.885	1.000							
Cu	-0.019	0.133	-0.064	0.464	0.286	0.264	1.000						
Ni	-0.113	0.298	-0.265	0.520	0.925	0.943	0.267	1.000					
Pb	-0.025	0.383	-0.043	0.166	0.189	0.126	0.112	0.143	1.000				
Sb	0.055	0.041	0.090	0.285	0.069	0.063	0.436	0.068	0.058	1.000			
Sn	-0.045	0.312	-0.136	0.507	0.567	0.618	0.167	0.597	0.056	0.027	1.000		
W	0.159	0.128	0.134	0.210	0.273	0.298	0.071	0.279	0.004	0.149	0.336	1.000	
Zn	-0.025	0.323	-0.054	0.102	0.200	0.180	0.073	0.185	0.759	0.033	0.113	0.048	1.000

表 2 超力本陶勒盖不同化探方法主要地球化学参数

分散流地球化学参数(水系)							次生晕地球化学参数(土壤)						
元素	统计	样品	平均值	标准离差	变化系数	浓集克拉克值	元素	统计	样品	平均值	标准离差	变化系数	浓集克拉克值
Au	S <sub>1b</sub>	667	2.054	0.737	0.359	500.863	Au	全区	4663	5.138	20.607	4.01	1.253
	P <sub>1-2</sub>	703	1.147	0.568	0.496	279.637		剔除	4290	2.765	1.386	0.501	0.674
Ag	S <sub>1b</sub>	667	0.056	0.013	0.24	1.11	Ag	全区	4663	0.071	0.048	0.673	0.001
	P <sub>1-2</sub>	703	0.046	0.015	0.32	0.93		剔除	4333	0.061	0.022	0.356	0.001
As	S <sub>1b</sub>	667	12.538	4.411	0.352	6.599	As	全区	4663	27.29	58.5	2.144	14.363
	P <sub>1-2</sub>	703	7.142	4.587	0.642	3.759		剔除	4290	18.31	11.717	0.64	9.639
Bi	S <sub>1b</sub>	667	0.322	0.102	0.315	0.003	Bi	全区	4663	0.316	0.15	0.473	2.491
	P <sub>1-2</sub>	703	0.223	0.084	0.378	0.002		剔除	4576	0.305	0.102	0.335	2.4
Co	S <sub>1b</sub>	667	16.183	4.961	0.307	0.506	Co	全区	4663	17.09	6.752	0.395	0.534
	P <sub>1-2</sub>	703	9.457	4.127	0.436	0.296		剔除	4612	16.79	5.942	0.354	0.525
Cr	S <sub>1b</sub>	667	65.554	24.683	0.377	1.041	Cr	全区	4663	78.36	29.215	0.373	1.244
	P <sub>1-2</sub>	703	41.994	20.249	0.482	0.667		剔除	4654	78.1	28.496	0.365	1.24
Cu	S <sub>1b</sub>	667	35.215	11.468	0.326	0.927	Cu	全区	4663	31.65	31.992	1.011	0.833
	P <sub>1-2</sub>	703	17.668	9.241	0.523	0.465		剔除	4617	30.55	11.373	0.372	0.804
Ni	S <sub>1b</sub>	667	34.427	11.886	0.345	0.604	Ni	全区	4663	34.71	14.18	0.409	0.609
	P <sub>1-2</sub>	703	18.945	10.596	0.559	0.332		剔除	4627	34.22	12.801	0.374	0.6
Pb	S <sub>1b</sub>	667	24.927	6.627	0.266	1.662	Pb	全区	4663	25.79	33.279	1.29	1.719
	P <sub>1-2</sub>	703	16.539	5.469	0.331	1.103		剔除	4449	22.71	7.248	0.319	1.514
Sb	S <sub>1b</sub>	667	1.49	0.746	0.501	9.93	Sb	全区	4663	3.048	6.441	2.113	20.319
	P <sub>1-2</sub>	703	0.381	0.211	0.555	2.537		剔除	4304	2.121	1.256	0.592	14.141
Sn	S <sub>1b</sub>	667	2.743	0.523	0.191	0.669	Sn	全区	4663	2.607	0.74	0.284	0.636
	P <sub>1-2</sub>	703	2.365	0.646	0.273	0.577		剔除	4583	2.56	0.634	0.248	0.624
W	S <sub>1b</sub>	667	1.86	0.452	0.243	0.775	W	全区	4663	1.834	0.985	0.537	0.764
	P <sub>1-2</sub>	703	1.457	0.525	0.36	0.607		剔除	4529	1.734	0.488	0.282	0.723
Zn	S <sub>1b</sub>	667	93.331	22.482	0.241	1.085	Zn	全区	4663	94.35	100.267	1.063	1.097
	P <sub>1-2</sub>	703	55.89	22.194	0.397	0.65		剔除	4555	89.09	24.921	0.28	1.036

由表 2 中水系沉积物测量地球化学参数可以看出, Au 在 2 套地层中 ( $S_{1b}$ —巴龙贡噶尔组,  $P_{1-2}$ —勒门沟组和草地沟组) 浓集克拉克值  $>100$ , 表现为强烈富集; As, Sb 元素浓集克拉克值  $>2.5$ , 具明显富集趋势; 而三者的变异系数多在 0.3~0.6 间, 表明了数据无明显离散度, 应当是整体高背景的反应。考虑到该区地势总体起伏不大, 沟壑相对发育, 从区内表生地球化学及异常元素迁移模式来看, 该区应当是局部地层的高背景引起。

在土壤测量地球化学参数中, 浓集克拉克值  $>1$  的元素有 Au, As, Bi, Cr, Pb, Sb, Zn, 说明该类元素具有一定富集倾向, 可能形成一定的次生富集体; 其中: Au, As, Sb 的变异系数大于 2, 样品剔除数相对较多, 表明高值离散度相对较大, 分异性强, 有明显相关富集的趋势, 是成矿有利的地球化学元素组; 再者, Cu, Pb, Zn 三元素虽变异系数  $>1$ , 但在剔除极值后均值变化不大, 表明剔除离群数值不多, 且规模不大, 可能是局部小规模富集体的反映, 这与其异常规模及其分布特征反映的信息相一致 (图 1(B)); 此外, 其余各元素变异系数均小于 1, 表明各元素在该区地层散程度较小, 分布较均匀, 相对具高背景特点。

### 3 结论

(1) 浅覆盖区逐级开展不同层次化探工作能有效的缩小找矿靶区。化探异常元素组合模式特征可局部反映出工作区地层、构造分布情况, 且这一特征也为确定找矿靶区提供了方向。

(2) 超力本陶勒盖 Au、As 异常相关性明显, 特

别是 As 作为探途元素意义显著。这或许与在勒门沟组砾岩胶结物存在的褐铁矿化相关, 因表生作用下氢氧化铁对 As 有一定吸附作用<sup>[8]</sup>。该区 Au 异常可能为勒门沟组同生碎屑沉积地层引起, 也可能后期经历了构造活化作用。异常检查阶段在勒门沟组地层中发现多处金矿化, 矿化体多呈透镜状, 且矿化品位不均匀。

(3) 在巴龙贡噶尔组地层中 Cr, Co, Ni 呈明显相关关系; Cu, Pb, Zn 有一定相关性, 但该类元素异常多数规模较小, 异常区幅值不大。该类元素异常可能与褶皱处石英脉及次级构造破碎带中发现的零星孔雀石化有关, 虽规模较小, 但对该套地层的认识及找矿提供了思路。下一步工作应着重考虑 Cu 多金属成矿物质来源及该区构造对元素活化迁移的研究。

### 参考文献:

- [1] 陈文林, 华旭东. 青海大柴旦双口山铅锌矿地质特征及控矿因素分析[J]. 安徽地质, 2010, 20(1): 30-34.
- [2] 韩朝辉, 王雁鹤, 裴赢政, 等. 青海省锡铁山矿区外围异常成矿潜力分析[J]. 物探与化探, 2014, 38(4): 672-679.
- [3] 张德全, 张慧, 丰成友, 等. 青海滩间山金矿的复合成矿作用[J]. 矿床地质, 2007, 26(5): 520-526.
- [4] 张博文, 孙丰月, 薛昊日, 等. 青海青龙沟金矿床地质特征及流体包裹体研究[J]. 黄金地质, 2010, 31(2): 14-18.
- [5] 赵娟, 孙泽坤, 李明喜. 青海景区特征和地球化学勘查方法技术[J]. 物探与化探, 2004, 28(3): 239-241.
- [6] 喻劲松. 高寒干旱荒漠景区表生地球化学与勘查方法技术研究[D]. 北京: 中国地质大学(北京), 2005.
- [7] 于林松, 邱成贵, 刘伟. 青海省绿草山地区化探元素组合分类信息探讨[J]. 山东国土资源, 2014, 30(2): 50-53.
- [8] 刘英俊. 元素地球化学[M]. 地质出版社, 1985.

## Characteristics of Geochemical Anomalies and Ore Prospecting Direction in Chaolibentaolegai Area in Dachaidan of Qinghai Province

YU Linsong, LI Shiyong, ZHANG Bin, WANG Dongping, LIU Hui

(Shandong Geophysical and Geochemical Exploration Institute, Shandong Jinan 250013, China)

**Abstract:** Based on different geochemical survey in Chaolibentaolegai in Dachaidan area of Qinghai province, it is regarded that different geochemical surveys can quickly and effectively reduce the searching target areas. As and Au anomalies are significantly correlated. Au anomaly was probably caused by syngenetic clastic sedimentary strata of Lemengou formation, or experienced tectonic activation effect in late stage. Copper polymetallic anomaly may be related to sporadic Malachite in Quartz veins and secondary tectonic fracture zone. Although the scale is small change in amplitude, it will provide thoughts for understanding this series of strata and prospecting copper polymetallic anomaly in Chaolibentaolegai.

**Key Words:** Stream sediment survey; soil survey; geochemical anomalies; ore prospecting; Dachaidan area; Qinghai province