在新疆阔拉萨依运用化探异常寻找多金属盲矿的途径与效果

廖启林　戴塔根　刘悟辉　邱冬生
(中南工业大学地质研究所 ,长沙　410083)

摘　要　新疆阔拉萨依多金属矿产于下石炭统大哈拉军山组浅海相火山岩建造中 ,具大型矿床的成矿远景。通过对该化探异常特征及其地质环境的剖析、以及对该盲矿床主要找矿过程及找矿标志的总结 ,探讨了从发现化探异常至找到工业盲矿体的基本途径 ,具较明显的效果。

关键词　化探异常 ;多金属盲矿 ;找矿途径 ;找矿效果 ;新疆阔拉萨依

随着找矿难度与要求的日益加大 ,如何评价化探异常已成广为关注的问题 ,而通过化探异常找到工业盲矿更是急需探讨与解决的课题。作者在新疆西天山特克斯地区开展 1 ∶10 万区域化探普查时 ,于阔拉萨依发现一个 Ag-Cu-Pb-Zn-Sb 为主的分散流组合异常 ,通过对该异常所处地质环境的比较分析和采用有效的地质与物化探手段逐级逼近异常源 ,并结合可信度较高的深部物探资料布钻验证而发现了多金属盲矿体。本文以此为素材 ,谈谈对运用化探异常寻找多金属盲矿的一些看法。

1　异常特征及其所处地质背景

1.1　异常区所处的成矿背景

阔拉萨依位于伊犁特克斯县哈拉托海乡境内 ,距特克斯县城东北 38 km 处(图 1) 。该区处于伊犁板块的巩及斯裂谷系南支 —伊什基里克断褶带东端[1] 。由北向南依次为伊什基里克山成矿构造带、哈拉军山成矿构造带、那拉提山成矿构造带。宏观上伊什基里克山属于西天山穆云库姆 —肯特绵 Pb ,Zn ,Cu ,Au ,W ,Sn 成矿带的一部分。伊什基里克山成矿构造带主要出露为下 —中石炭统的浅海相火山及正常碎屑沉积建造 ,其南坡山前发育有长数百公里的隐伏深大断裂 ,阔拉萨依即位于该断裂北侧约 3 km 处。伊什基里克山的侵入岩主要是海西中 —晚期的基性杂岩及钾长花岗岩 ,其所处的重磁场特征是区域航磁正磁高值异常区和重力相对高的重力异常区。与下石炭统浅海相中酸性火山岩有关的 Pb-Zn-Cu-Ag 等多金属含矿建造为伊什基里克成矿构造带的主要矿化特征之一 ,阔拉萨依即属于本含矿建造中成矿的一个实例。

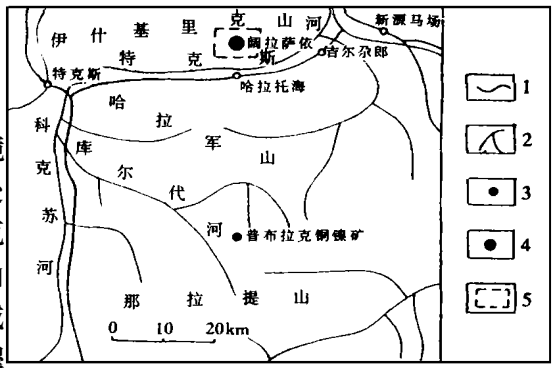


图 1　阔拉萨依矿区交通位置

1 —公路 ;2 —水系、河流 ;3 —地名 ;4 —矿床 ; 5 —阔拉萨依 1 ∶10 万化探异常区范围(即图 2 的位置)

1999 年 1 月 29 日收稿 ,同年 6 月 4 日收修改稿。

1.2　异常特征

如图 2 所示,该异常为 Ag-Cu-Pb-Au-Sb-Zn-(Be,Co,As,Mo,Bi)多元素组合异常,以 Ag 和 Cu 异常最有代表性。Ag,Cu,Au 异常最高值分别达 1 000 ×10⁻⁹,143 ×10⁻⁶,21.4 ×10⁻⁹;Cu 和 Ag 的异常衬值 ≥3,变异系数 ≥0.78。异常呈葫芦状,长 10 km、宽约 2 km,面积 20 km²,其异常排序值 $\sum P_s$(面金属量之和)为 198,在 23 个综合异常中排第五位,异常长轴近 SN 向。该异常分带较清晰,由内向外显示了(Au,Bi,Mo) →(As,Zn,Co) →(Ag,Sb,Pb,Cu)的水平分带特征。异常主要产于下石炭统大哈拉军山组($C_1 d$)浅海相中酸性火山岩地层中,区内有海西中期黑云母斜长花岗岩发育。

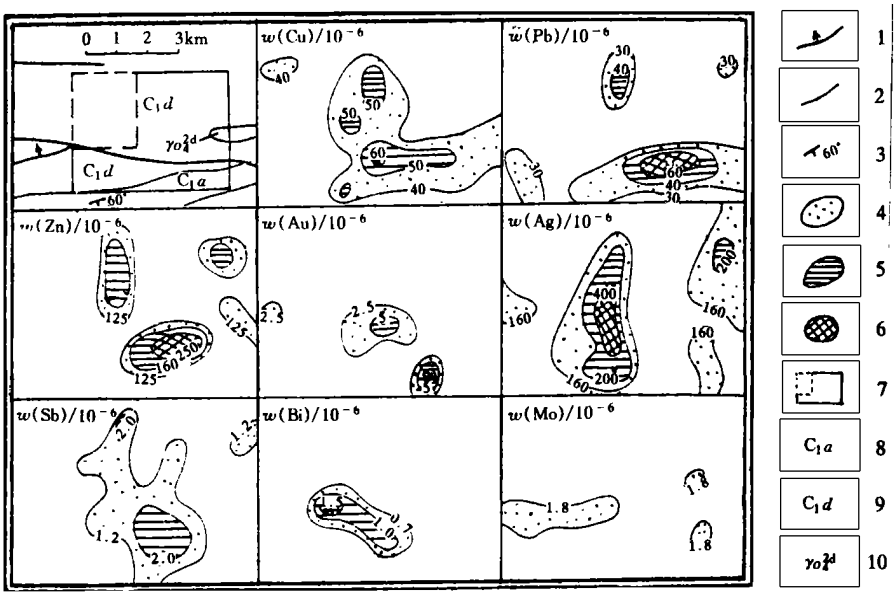


图 2　阔拉萨依分散流综合异常剖析

1—断层;2—地质界线;3—岩层产状;4—单元素异常区;5—单元素高值异常区;6—单元素特高值异常区;7—1∶2 万沟系次生晕工区范围(其虚线框为次生晕异常集中区即图 3 的位置);8—阿克萨克组凝灰砂岩等;9—大哈拉军山组海相火山岩;10—角闪黑云母斜长花岗岩

1.3　异常区微量元素的分布分配

从表 1 中可发现,特克斯地区有相对局部富集 Pb,Zn,Ag,As,Sb,Bi 的趋势,而阔拉萨依异常区则有明显的富集 Pb,Zn,As,Ag,Cu,Sb,Bi 的优势,尤其是特别富 As。在本异常区各主要地质单元中,以 $C_1 d$ 浅海相火山岩地层具有更明显的富集 Pb,Zn,Ag,Sb,Bi,Cu 的特征,上述元素的平均含量一般在特克斯地区丰度值的 2 倍以上,变异系数 C_v = 0.5～1.5,呈现了良好的矿源层特征,说明异常区多金属成矿的矿源相当丰富。

2　异常评价主要过程及其成果

通过对该异常基本特征、地质背景的扼要分析,初判其为矿致异常,并做进一步评价。

2.1　沟系次生晕加密检查

基于经济、快速以及地形、交通条件等的考虑,首先投入了 20 km² 的沟系次生晕及配套的 1∶2 万地质草测评价,基本成果如图 3。

表 1 阔拉萨依异常区主要地质单元微量元素特征值(w_B/ 10^{-6})

地质单元	样品数	特征值	Pb	Zn	Au	Ag	As	Bi	Hg	Sb	Mo	Cu
海西中期侵入岩(以花岗岩为主)	4	X	20.5	44.8	0.000 53	0.096 5	6.85	0.15	0.01	0.4	0.55	38.3
		C_v	0.38	0.84	0.85	1.23	1.04	0.38	0	0.35	0.18	0.1
石英脉	12	X	15.3	47.9	0.06	0.204	54.9	0.52	0.027	0.75	2.14	82
		C_v	0.4	1.67	1.66	0.87	1.27	1.09	1.22	1.23	0.95	1.15
黄铁矿化凝灰岩(蚀变地层)	14	X	25.2	76.5	0.001 9	0.193	35.2	0.67	0.017	0.89	1.44	37.8
		C_v	0.43	1.28	1.49	0.85	0.67	1.08	1.01	0.69	0.78	0.69
大哈拉军山组(C_1d)	14	X	43.5	102	0.001 9	0.202	18.3	0.26	0.019	0.85	1.15	70.1
		C_v	1.61	1.41	1.60	0.83	1.20	0.80	0.91	0.86	0.95	0.87
阿克萨克组(C_1a)	8	X	27.9	57	0.004 1	0.156	7.4	0.39	0.011	0.89	0.90	68
		C_v	0.25	0.46	0.53	0.78	0.62	1.39	0.18	0.68	0.55	0.65
下石炭统浅海相火山岩(部分 C_1d 和 C_1a)	12	X	46	100.5	0.001 9	0.25	7.8	0.4	0.015	1.05	0.91	98
		C_v	0.78	0.53	1.64	1.50	1.63	0.56	0.45	1.32	0.64	0.89
特克斯地区区域丰度值	2 921	X	22.5	86.5	0.001 2	0.11	8.6	0.37	0.021	0.7	1.0	30
地壳丰度(1964,泰勒)[2]		K	12.5	70	0.004	0.07	1.8	0.17	0.08	0.2	1.5	55

X —平均含量; C_v —变异系数; K —克拉克值

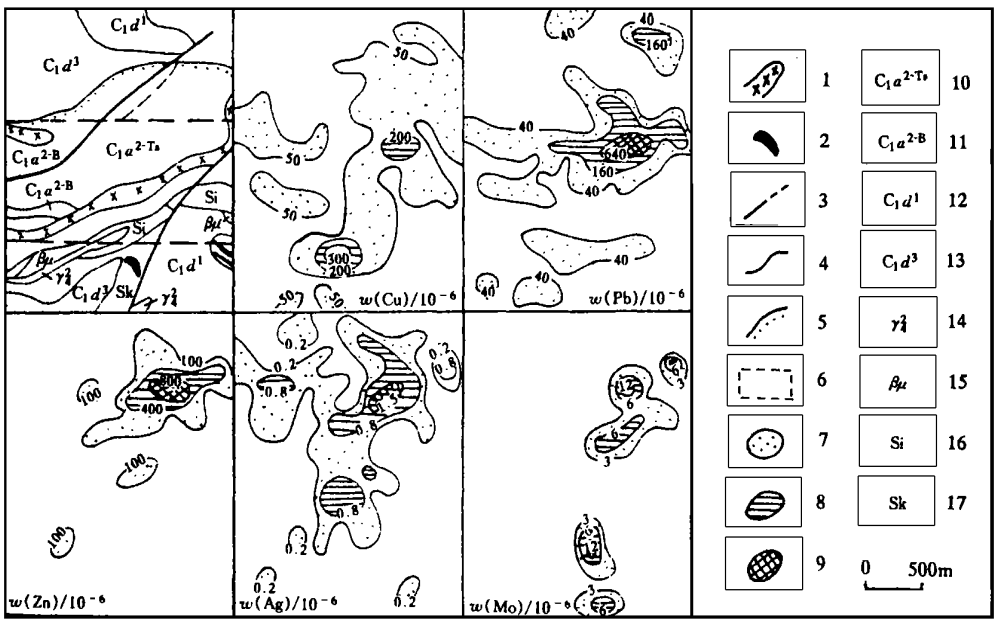


图 3 阔拉萨依沟系次生晕异常剖析

1 —黄铁矿化带;2 —铜矿体;3 —断裂;4 —地质界线;5 —断层不整合面;6 —瞬变电磁法详查区;7 —次生晕异常;8 —次生晕高值异常;9 —次生晕特高异常;10 —凝灰砂岩;11 —凝灰角砾岩、集块岩;12 —厚层灰岩;13 —海相火山岩;14 —角闪花岗岩;15 —辉绿玢岩;16 —硅化体;17 —矽卡岩化碳酸盐岩

在原分散流异常的 C_1 浅海相火山岩中找到一条走向 NE 的黄铁矿化带,长 5 km 以上、宽 200～500 m。黄铁矿呈细粒状、稠密浸染状产于蚀变凝灰岩中,在其金属矿物集合体中可见零星方铅矿、黄铜矿、闪锌矿。

将原分散流异常分解为一批以 Ag,Pb,Zn,Cu 为主,并伴生 Au,Mo,Bi 的次生晕异常(表 2)。这些异常由北、中、南的 3 个浓集中心构成,北中心位于含铁磁性物质的火山机构上,其中发现了黄铜矿;中中心对应黄铁矿化带,其异常规模最大、强度最高;南中心对应含铜矽卡岩。

表 2　阔拉萨依沟系次生晕单元素异常特征(w_B/ 10^{-6})

元素	异常下限	异常数	最高强度	最高衬值	最大异常面积	最强异常浓集中心所在地质部位
Cu	50	5	3 500	70	2.60 km^2	含孔雀石矿化的硅化体
Ag	0.2	6	10	50	2.50 km^2	含孔雀石矿化的硅化体
Pb	40	6	3 500	87.5	1.50 km^2	蚀变海相火山岩中的黄铁矿化带,未见铅、锌矿化
Zn	100	7	300	3.0	0.80 km^2	蚀变海相火山岩中的黄铁矿化带,未见铅、锌矿化
Mo	3.0	4	15	5.0	0.70 km^2	含孔雀石矿化的硅化体
Au	0.01	4	0.08	8.0	0.05 km^2	弱黄铁矿化的蚀变凝灰岩,与 Pb 和 Zn 异常有偏离

注:少量异常超出图 3 的范围

在黄铁矿化带南约 500 m 处圈定了与矽卡岩有关的巢状铜矿(化)体,捡块取样化验得其 Cu 最高品位为 4.25 %,平均品位 1.02 %,Ag 最高品位为 68 $\times10^{-6}$,平均品位 19.3 $\times10^{-6}$,样品总数大于 30 件。初步预测出本区具有形成中型铜银矿的远景。

对上述新取得的成果进行分析归纳后认为,地表所见的蚀变凝灰岩中的黄铁矿化带不可能是本区 Pb,Zn,Ag 等的真正异常源(表 1)。本区的真正异常源不在地表,应在有一定埋深的部位。整个异常源区可能正处于火山沉积洼地,具备形成与中酸性海相火山岩有关的多金属盲矿体的成矿环境及部分证据,推测本盲矿床由表至深应存在浸染状黄铁矿→块状黄铁矿→铅锌矿→铜矿→铜(金)矿的垂向分带序列。建议以黄铁矿化蚀变带及火山岩中心有关 Pb,Zn,Cu,Ag,Au 异常为基本对象,在阔拉萨依投入地、物、化探综合普查,以查清隐伏异常源,力争找到盲矿体。

2.2　1∶1 万地、物、化综合普查

投入 20 km^2 的 1∶1 万地质简测、高精度磁测、激电、次生晕的综合普查后,取得如下新的认识。

证实了阔拉萨依存在基性(玄武岩)→中性(安山岩)→酸性(石英霏细岩)火山岩之连续分异型的火山岩建造,划分了 3 个火山喷发—沉积旋回。第一旋回在形成大片玄武岩的同时,还在火山斜坡或洼地(相当于沟系次生晕异常中浓集中心部位)沉积了一层黄铁矿化晶屑岩屑凝灰岩,黄铁矿呈稠密浸染状。重新确定了 4 种矿化类型,即灰岩中的含铜矽卡岩、第三喷发—沉积旋回形成的磁铁矿脉、第一旋回形成的与重晶石脉有关的铜铅矿化及黄铁矿化凝灰岩中的弱铜铅锌矿化。

新获得的物、化探异常可划分为 3 个激电、磁法、次生晕综合异常,最好的一个综合异常的浓集中心与黄铁矿化最强的一段凝灰岩相吻合,规模为长 2 km、宽约 1 km,该区段呈典型的"二高一低弱负磁"的异常特征。即高极化(F_s > 8 %)、高强度(Pb,Zn,Cu,Ag 之次生晕最高异常强度分别达到(3 500,5 000,5 000,10) $\times10^{-6}$)、低电阻(ρ_s < (50～100) Ω·m)、低缓的弱负磁异常,这种特征与阿尔泰南缘的可可勒块状硫化物铅锌矿床上的异常模式十分类似。从本

区地表物性标本的电参数测定结果(表 3)分析,异常区地表找不到可形成如此高极化、低电阻激电异常的地质体,黄铁矿化凝灰岩的深部应存在致密状的硫化物富集体。电测深结果基本证实,在距地表黄铁矿化凝灰岩约 100 m 深处存在一个可形成上述激电异常的源体。

表 3 阔拉萨依地表电性参数测定结果

标本名称	标本块数	几何场值		变化范围	
		ρ_s/ (Ω·m)	F/ %	ρ_s/ (Ω·m)	F/ %
凝灰岩	62	3 494	2.0	165～50 479	0.1～9.8
黄铁矿化凝灰岩	32	3 126	4.2	401～49 207	1.1～18.6
凝灰角砾岩	7	1 534	1.8	522～12 155	0.4～11.0
硅质凝灰岩	6	2 727	2.8	1 209～6 611	1.9～8.4
火山集块岩	8	3 121	1.3	1 044～101 860	0.6～6.6
磁铁矿	9	676	1.4	210～1 937	0.3～11.9
基性火山熔岩	22	4 106	2.5	672～74 537	1.1～7.4
花岗岩	22	5 476	2.9	513～203 408	1.2～8.3
灰岩	19	18 731	2.6	2 068～487 266	0.0～6.3
硅化体	10	6 439	2.9	735～33 426	2.3～4.0

对黄铁矿化凝灰岩进行深入研究后,发现其产于富硅、富硫、富铁锰、富泥质、贫氧的沉积环境。在“两高一低弱负磁”的强黄铁矿化凝灰岩区段及其附近发育有配套的高岭土化—硅化—绿泥石化—碳酸盐化等蚀变组合与分带,还发现了含黄铁矿、方铅矿的重晶石细网脉。这些特征同时出现在黄铁矿化凝灰岩的这套层位中,与一些已知的块状硫化物铜多金属矿床具有较大的相似性。塞浦路斯的“佩拉佩迪岩层”直接覆盖于熔岩之上,构成矿体的上盘。安德鲁斯的“有利岩层”位于火山序列间断处,矿即产于其下部。因此,进一步断定在阔拉萨依黄铁矿凝灰岩下部有可能存在块状硫化物矿体,并提出了深部工程验证设计。

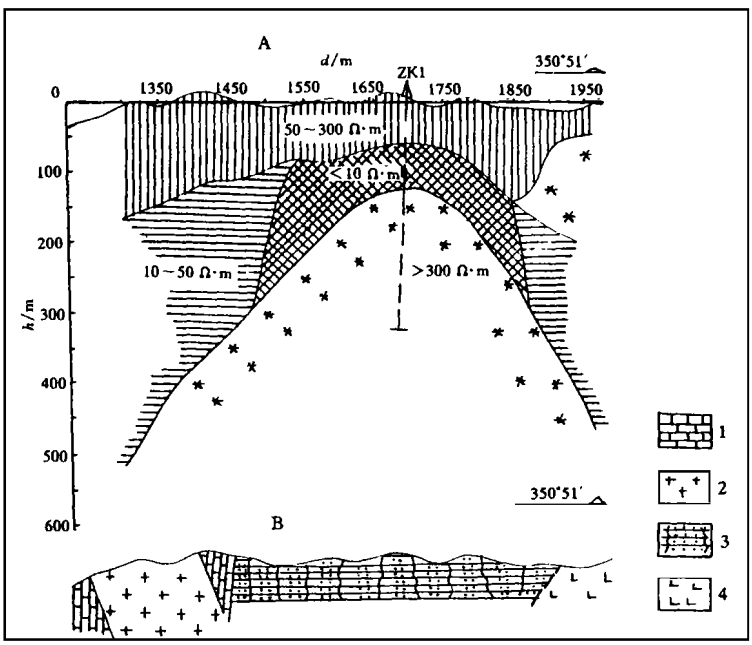


图 4 阔拉萨依 2800 线 TEM 测深反演断面(A)及其实测地质剖面(B)

1—灰岩;2—花岗岩;3—黄铁矿化凝灰岩;4—安山岩

2.3　深部物探评价与钻探验证

对“二高一低弱负磁”的黄铁矿化凝灰岩区段做瞬变电磁法(TEM)深部物探评价,网度 200 m ×50 m,控制面积 3 km^2,结果发现了一长约 1 800 m,宽约 500 m 的规则带状 TEM 异常。再对重点 TEM 异常部位做了 TEM 测深,对新获取的测深资料进行反演(图 4)后推断,距地表 90～240 m 深的黄铁矿化凝灰岩下部确实存在一个低阻高极化的良导体。结合前述综合成果解释,断定这就是钻探要验证的目标。据此重新调整了钻探验证设计,当年施工一个验证孔,终孔深度 450 m,验证结果是:见到了几百米厚的浸染状、致密块状黄铁矿化带,在 100 m 左右深度打到了总厚度达 11 m 的铅锌工业矿体,在 250 m 以下的厚层磁黄铁矿中见到了少量黄铜矿。Pb + Zn 最高品位达 9 %,Ag 最高品位为 64 ×10^{-6}。一般 Pb 品位 0.6 %～2.28 %,Zn 品位 1.02 %～4.78 %,Ag 品位(11.6～28) ×10^{-6}。该孔主要打在一同生断裂上,钻孔原生晕资料显示了良好的成矿远景。经过进一步验证,初步肯定了本区具备寻找中—大型 Pb-Zn-(Ag,Cu)多金属矿床的远景。

3　基本找矿途径

分析异常的基本性状及其产出环境,判断异常的矿致性,这是关键的第一步。矿致异常多与重要矿带相关联,且产于有利的含矿建造中,异常本身有一定特殊性(表 4)。

表 4　阔拉萨依多金属盲矿的基本找矿标志

找矿标志	特　征　与　内　容
成矿背景	隐伏深大断裂旁侧,穆云库母—肯特绵 Pb,Zn,Cu,Au,W,Sn 成矿带之一部分
含矿建造	$C_1 d$ 浅海相火山岩,为西天山重要含矿建造之一,极富 Pb,Zn,Ag,As,Cu 等元素
分散流异常	以 Ag-Cu-Pb-Au-Sb-Zn 为主;Ag,Cu 异常衬值 ≥0.78;Ag,Cu 最高异常强度值已达到其 1/10 矿化含量(边界品位数量级)的标准;异常具有分带性
次生晕异常	以 Ag-Pb-Zn-Cu 为主;Ag,Pb,Cu 之最高异常衬值 ≥50,组合异常具数个浓集中心,最好的浓集中心位于火山沉积洼地
激电与磁法异常	低阻(ρ_s ≤(50～100) Ω·m)、高极化(F_s ≥8 %,最高 > 20 %)、弱负磁(ΔT = - n ×10～0 nT)
TEM 异常	规则带状,与低阻高极激电异常基本吻合,测深反演能求出异常源的基本参数
地表蚀变与矿化	大片的黄铁矿化加上配套的硅化—高岭土化—绿泥石化—碳酸盐化—重晶石化,零星的 Cu,Pb,Zn 矿化,蚀变凝灰岩之蚀变与矿化特征可与已知一些类似矿床对比
钻孔原生晕	呈极强的 Pb,Zn,Ag,As,Sb,Cu,Mo 矿上晕及矿下晕,异常厚度 ≥100 m,显示良好的深部成矿趋势

投入经济有效的快速评价手段查清异常区各种潜在的异常源,重点查清与异常源有关的各类地质体之地质—地球物理—地球化学基本特征,掌握一些重要的地球物理及地球化学参数(如电性参数、磁参数、密度参数,有关元素的分布分配、E_h、pH 值等),确定异常源的性质与大致范围,这是承先启后的重要环节,做得好可事倍功半。像次生晕不规则网测量、地质简测、电法磁法勘探等不失为寻找多金属盲矿的有效手段。

深部验证,有的放矢,找出矿体是最终目标。在基本确定异常源后,做一点深部物探评价(如 TEM、CSAMT、大功率激电等)以进一步证实异常源的埋深、产状、规模、形态等,是降低深

部找矿风险和提高钻探验证成功率的有效途径。

总结找矿标志,将所获资料进行抽象与概括,形成一定的找矿模式,与有关矿床的成矿模式进行类比,求同存异,积累成功经验,逐步逼近最终目标——有用矿床,这不失为由异常找矿体的基本原则。阔拉萨依多金属盲矿的主要找矿标志可归纳如表 4。

4 结束语

阔拉萨依从首次发现分散流异常到找出多金属盲矿体,历时 3 a 多,之前未做过高于 1∶5 万比例尺的系统找矿工作。其中的可取之处是强调研究异常区的成矿环境及投入行之有效异常评价手段,而两个关键的环节就是正确判定化探异常的矿致性标志及合理运用具有一定勘探深度的地球物理找矿方法,以提高化探异常评价的成功率和降低深部钻探验证的风险度。从发现化探异常到找出有用矿床,其间需探讨总结之处尚多,堪称是一个系统工程。

参 考 文 献

1 陈哲夫,成守德,梁云海,等. 新疆开合构造与成矿. 乌鲁木齐:新疆科技卫生出版社(k),1997. 258～259

2 刘英俊,曹励明,李兆麟,等. 元素地球化学. 北京:科学出版社,1984

WAYS AND EFFECTS OF THE EXPLORATION OF A POLYMETAL HIDDEN ORE DEPOSIT BY MEANS OF GEOCHEMICAL ANOMALIES IN KUOLASAYI, XINJIANG

Liao Qilin, Dai Tagen, Liu Wuhui, Qiu Dongsheng

(Institute of Geology, CSUT, Changsha 410083*)*

Abstract This promising deposit of Kuolasayi in Xinjiang was formed in the paralic volcanic formation of Lower Carboniferous Dahalajunshan Group. Having systematically analysed its geochemical anomalies and its geological setting and generalized its exploration process and prospecting indicators, the authors tentatively discuss the basic exploration ways from detecting geochemical anomalies to discovering useful hidden ore deposits. The effect is quite obvious.

Key words geochemical anomaly; polymetal hidden ore deposit; exploration way; exploration effect; Kuolasayi; Xingjiang

第一作者简介 廖启林,男,1964 年生。1985 年毕业于桂林地院化探系,之后赴新疆从事地球化学勘查及有色地质找矿,现为新疆有色物探大队高工及中南工业大学博士研究生。公开发表学术论文近 10 篇。研究方向:应用地球化学及矿产普查勘探。