

地质 矿床

青海东昆仑肯德可克钴铋金矿床 成矿特征及找矿方向

潘 彤^{1,2}, 孙丰月¹

(1. 吉林大学地球科学学院, 长春 130061; 2. 青海有色地质勘查局, 西宁 810007)

[摘 要] 钴矿广泛应用于工业生产的各个领域, 我国每年需要进口。肯德可克钴铋金矿床是近几年来在东昆仑地区发现的重要钴多金属矿床类型。位于东昆仑祁漫塔格弧后裂隙构造带中, 该矿床产在上奥陶统铁石达斯群火山岩的上段, 含矿岩系为热水喷流沉积硅质岩。通过对该矿床成矿特征及控矿条件的分析, 提出东昆仑祁漫塔格地区钴矿勘查的找矿方向。

[关键词] 肯德可克 成矿特征 找矿方向

[中图分类号] P618.62; P618.51 [文献标识码] A [文章编号] 0495-5331(2003)01-0018-05

0 前言

钴具有耐热、耐磨、高强度和强磁性等优良性质, 广泛应用汽车、电镀、玻璃染色、医药、医疗等方面。近年来, 我国硬质合金行业发展迅速, 每年缺口钴大约 700 t, 主要依靠进口^[1]。

世界上独立的或以钴为主的工业矿床主要产于非洲赞比亚与扎伊尔晚元古代的沉积型钴矿床(以铜为主, 伴生钴)^[2]、加拿大拉布拉多地区沃伊塞湾镍、铜、钴^[3]。我国钴矿以伴生产出, 主要产于加里东期纯橄榄岩—二辉橄榄岩中的金川铜镍矿^[4]、元古宙中条山裂谷层状铜矿床^[5]、青海德尔尼铜钴矿床^[6]、四川拉拉厂地区的铜钴金矿床^[7]中。近年在吉林南部大横路地区早元古代大栗子组变质含炭的细碎屑岩夹碳酸盐岩地层中发现的钴矿床^[8]和赣西五宝山钴矿床^[9]、东昆仑肯德可克钴金铋矿床^[10]、驼路沟钴(金)矿床^[11]等少数独立钴矿床。目前, 从新疆若羌到青海都兰地区, 近 1000 km 的东昆仑成矿区有较多找钴矿的地质、地球化学信息, 其成矿作用从古生代到中生代均有显示, 说明东昆仑具有钴多金属矿的找矿潜力。

本文将从肯德可克钴多金属矿成矿背景、矿床特征入手, 初步总结该矿床的成矿规律, 进而指出东昆仑祁漫塔格地区钴矿勘查的找矿方向。

1 区域地质背景

肯德可克矿区地处柴达木盆地的西南缘—塔柴板块的祁漫塔格弧后裂隙构造带中部的加里东期火山盆地。区内出露有下元古界金水口群的片麻岩、片岩、大理岩及混合岩, 上奥陶统铁石达斯群碎屑岩夹火山岩、碳酸盐岩, 上泥盆统陆相火山岩, 石炭系—二叠系碎屑岩、碳酸盐岩及晚三叠统陆相火山岩也有一定的分布。测区中酸性侵入岩广泛发育, 以华力西期为主, 次为印支期, 受区域构造影响, 测区的主要构造线近东西向展布。

2 矿区地质

2.1 地层

矿区主要出露有上奥陶统铁石达斯群火山岩, 局部见有上泥盆统火山岩及上石炭统结晶灰岩。与钴多金属矿成矿关系密切的为上奥陶统铁石达斯群火山岩。

上泥盆统不整合于上奥陶统铁石达斯火山岩之上, 上石炭统与其呈断层接触。岩层中硅质岩多呈层状, 厚度为几~200 m, 层面较平整, 其中夕卡岩化硅质岩中的夕卡岩, 它们呈层状、面状产出。矿区除在以往钻孔中局部见到岩脉外, 其它地段未出现岩脉, 据此, 该夕卡岩形成与岩体没有必然联系。

[收稿日期] 2002-07-24; [修订日期] 2002-10-09; [责任编辑] 曲丽莉。

[基金项目] 中国地质调查局项目(编号: 20011020002107) 及国家科技攻关项目(编号: 2001BA609A-04) 联合资助。

[第一作者简介] 潘 彤(1966年-), 男, 1995年毕业于中南大学, 获硕士学位, 高级工程师, 在读博士生, 主要从事矿产勘探与矿业管理工作。

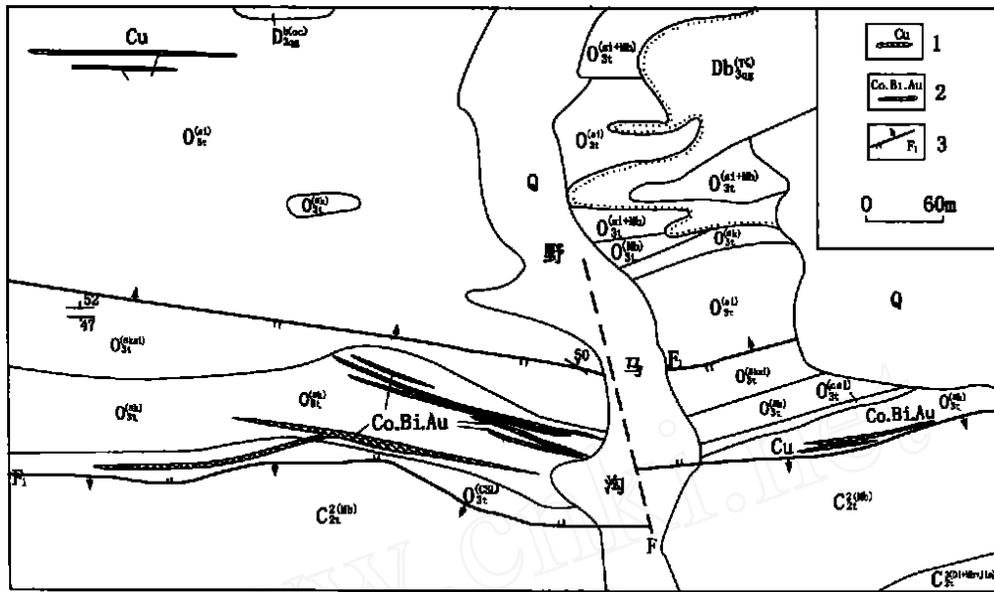


图 1 青海东昆仑肯德可克矿区地质图
(据青海有色矿勘院资料改编)

Q—第四系; O_{3t}^{sl} —铁石达斯群含碳板岩; O_{3t}^{sk} —铁石达斯夕卡岩; O_{3t}^{sksl} —铁石达斯群夕卡岩化硅质岩; O_{3t}^{sl} —铁石达斯群硅质岩; O_{3t}^{mb} —铁石达斯群大理岩; O_{3t}^{sl+mb} —铁石达斯群硅化灰岩; 1—铜矿体; 2—钴铋金矿体; 3— F_1 断裂

2.2 侵入岩

矿区内岩浆岩出露不多,在矿区及其附近的地表和坑探所及的深处,没有发现侵入岩体,但在钻孔中见有石英斑岩、闪长玢岩等浅成脉岩分布,根据同位素年龄测定为燕山期产物。

2.3 构造

矿区及外围,由上奥陶统与上泥盆统、上石炭统构成肯德可克向斜。矿体产于向斜北翼,矿体总体顺层产出,地层走向近东西,倾向北,倾角 $50^{\circ} \sim 70^{\circ}$ 。

断裂构造发育。矿区内有 F_1 、 F_2 、 F_3 三条规模较大的近东西向断层,其中 F_1 与钴矿关系最为密切,其带宽约 $30 \sim 100$ m,走向近东西向,倾向总体北倾。

3 矿床地质特征

3.1 矿体形态、规模、产状

通过矿区实测地层剖面及以往地质资料,地表钴矿沿走向延长约 1000 m,目前已发现沿构造破碎带分布 3 条钴铋金矿体, $Bi: 0.22\% \sim 2.74\%$ 长 $68 \sim 130$ m,宽约 $2 \sim 6$ m, $Co: 0.023\% \sim 0.053\%$, $Au: n \times 10^{-6} \sim n \times 10 \times 10^{-6}$ 。垂向上:从上而下分为 3 层:第一层为变泥质硅质岩夹大理岩,在硅质岩夹炭质板岩中赋存铅锌矿;第二层为变泥质硅质岩夹炭质板岩和夕卡岩化硅质岩、杂砂岩,钴铋、金矿体主要赋存于该岩层中,有 10 层,累计厚达 27.09 m(图 2);第三层为大理岩、白云质大理岩,其底部与硅质岩、角

岩接触部位有透镜状、扁豆状磁铁矿、铁锌矿或含

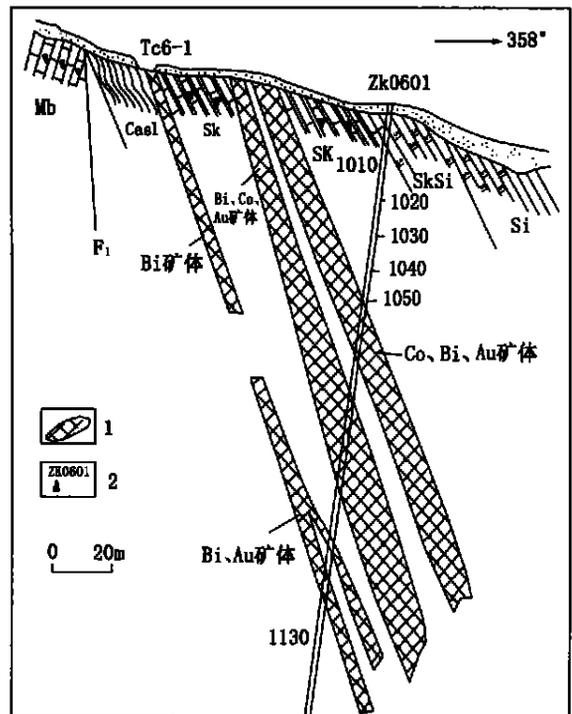


图 2 肯德可克矿床 6 勘探线剖面图
(据青海有色矿勘院资料改编)

Mb—大理岩; Casl—含炭钙质板岩; SK—夕卡岩; SkSi—夕卡岩化硅质岩; F_1 —断层; Si—硅质岩; 1—矿体; 2—钻孔

青海省地质局第一地质队. 青海省格尔木市肯德可克铁矿铁矿详细普查地质报告, 1982.

铜磁黄铁矿层。同时,在坑道编录过程中,新圈出了数条铜、钼矿体,在空间上与夕卡岩化硅质岩关系不很密切,规模不大,但品位均较高。

矿体在剖面上呈层状、似层状,沿构造破碎带分布。地表受构造控制产出比较明显,沿构造裂隙分布的则呈脉状,多数矿体穿切岩层,具有后期热液改造的显著特征;平面上具膨大收缩尖灭再现的特征,水平方向呈弧形。矿体总体产状随地层产状变化,一般北倾,倾角较陡约 $50^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 。主要矿化类型为钴钼金矿化,矿化元素组合自上往下没有明显的分带,只是局部某种元素较其他元素富集。结合钻孔测试分析资料,矿化强度自上而下略有分带:其中

Co依次降低,Bi基本不变,Au具有波动变化特点。

3.2 矿石矿物成分

根据金属矿物探针分析结果(表1),矿区内成矿元素主要以硫化物和砷化物形式存在。主要矿石矿物有黄铁矿、镍黄铁矿、胶黄铁矿、磁黄铁矿、辉钼矿、方钴矿、毒砂、辉铜矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿等,还有微量自然金、自然铋;脉石矿物主要有:石榴子石、透辉石、方解石、石英、绿泥石、绢云母等。矿石中钴、铋、金呈独立矿物(如自然金和铋、方钴矿、辉钼矿)和含钴铋金属硫化物两种状态产出。其中胶黄铁矿是喷硫热水沉积作用比较常见的矿物。

表1 青海肯德可克金属矿物电子探针分析结果

元素样品号	S	Te	As	Cu	Sb	Bi	Pb	Fe	Au	Co	Zn	Ag	Ni	总量	矿物名称
CM8 - B4	51.13	0.05	0.21	0	0	0	0	47.57	0.19	0	0	0	0	99.2	黄铁矿
KB6 - B5	0.04	0	0	0.03	0	1.38	0	0.47	95.51	0.04	0	2.67	0.12	100.26	自然金
CM6 - B5	0.11	0.2	0.1	0.12	0	96.94	0.22	0.54	0.12	0.12	0.02	0	1.33	99.83	自然铋
CM6 - B5	2.91	8.73	0.12	0.1	0.38	85.15	1.31	0.23	0	0.04	0.03	0	0.48	99.48	硫砷铋矿
CM6 - 244 - B1	38.75	0.03	0.65	0	0	0	0	60.25	0.17	0.08		0.03	0.06	100.03	磁黄铁矿
CM6 - 244 - B1	9.7	0	0	0	0	2.62	86.65	0.05	0	0	0.03	1.27	0.05	100.38	方铅矿
X182 - B1	5.85	26.72	0	0.08	0.51	65.5	1.22	0.05	0	0		0	0.11	100.04	硫砷铋矿
X182 - B1	34.48	0	0.14	33.97	0.02	0	0	31.04	0.22	0.05		0.04	0	99.96	黄铜矿
K01 - B2	19.79	0.08	46.55	0.03	0	0	0	0.51	0	0		0.08	32.98	100.04	辉砷镍矿
K01 - B2	1.11	0	1.27	0.12	0.39	95.63	0	0.13	0	0.03	0	0.05	1.06	99.77	自然铋
K01 - B2	18.05	0	0.02	0.08	0.16	81.35	0	0.12	0.07	0.02	0	0.07	0.03	99.97	辉钼矿
CM10 - B5	50.09	0	0.21	0.09	0.02	0.04	0	49.11	0.18	0.03		0.04	0.11	99.92	黄铁矿
CM10 - B5	17.33	0	41.03	0	0	0	9.47	31.75	0.07	0.18		0.1	0.13	100.05	毒砂
YY - B	1.62	0.21	77.23	0.07	0	0.77	0.19	0.63	0.12	19.15	0.15	0	0	100.41	方钴矿
YY - B	0.05	0	0.33	0	0.32	99.01	0	0	0	0.3	0	0	0.1	100.11	自然铋

分析单位:由吉林大学分析测试中心,2001年。

3.3 矿石结构、构造

该区内矿石结构主要呈它形粒状、自形粒状、半自形不等粒、交代熔蚀和压碎结构等。矿石构造主要有条带状、层纹状、浸染状、细脉状、放射状、块状构造等。矿石组构特征既反映同生特征,又具有后期热液改造的特点。

根据全分析和成矿多元素分析结果,矿石化学成分变化较大,常量元素与含矿围岩成分基本一致。成矿元素中Co、Bi、Au、Pb、Zn、Cu含量较高。

3.4 矿石类型及分布特点

矿石可分为块状、条带状、层纹状、脉状、网脉状。前所发现的钴矿石类型为:夕卡岩化硅质岩型钴金矿石,泥质硅质岩型钴矿石。肯德可克做为一种钴钼金铁铅锌多金属矿,不同矿石空间分布规律为:

铅锌矿一般在上部;钴钼金矿石位于中部;而下部为铁矿石,钴钼金矿石常产于铁矿体上部的热水喷流沉积层—硅质岩层中,反映矿石形成海底热水介质沉积作用并伴生交代充填热水循环过程。

3.5 围岩蚀变

矿区内围岩蚀变主要有硅化、石榴子石夕卡岩化、绿泥石化、碳酸盐化,其中同矿体关系密切的是夕卡岩化和硅化。受岩层和后期动力变质作用影响,一般蚀变沿裂隙比较发育,并且蚀变多呈层状分布的特点,自矿体往外侧蚀变分带明显:矿体—夕卡岩化—硅化(碳酸盐化、绿泥石化)。

3.6 成矿期次

综合矿床地质特征、矿物共生关系、矿石矿物结构构造特征。该矿床中矿物生成顺序为:胶黄铁矿、

毒砂 辉铋矿、方钴矿、磁黄铁矿、毒砂、自然金、自然铋 辉铜矿、辉钼矿 孔雀石。从而将该矿床成矿期次分为:热水喷流沉积期、构造—热液改造期、岩浆期后热液期和表生氧化期。

4 控矿条件分析

4.1 区域背景

结合国内外典型钴矿床成矿特征,其矿床主要形成时代为元古宙—古生代,形成环境主要为裂谷或裂隙槽等拉张环境。裂谷和薄弱地带热流易于释放形成热水循环系统。矿床的形成与海底热水活动断裂活动有关,其除了提供成矿物质来源,热动力及富集堆积的就位空间外,还控制了火山沉积建造的时空分布和相关喷气—沉积成矿作用的延续^[12]。肯德可克矿区处于祁漫塔格早古生代裂隙活动带,为岛弧边缘海环境。对形成火山—喷气矿床极为有利。

4.2 地层控制

肯德可克钴金铋矿床受层位和岩性控制作用明显,矿化体均产在上奥陶统铁石达斯群火山岩类碎屑岩、夕卡岩化硅质岩中,并且矿区内的部分矿体顺层产出,与岩层表现出一致协调性。其中含矿岩系的下部的含炭钙质板岩矿化也较好,但较夕卡岩化硅质岩内的矿化要弱。说明有大量的陆源物质补给沉积盆地,携带有丰富的成矿物质。矿区内含炭钙质板岩所含成矿元素丰度值却远远高出沉积岩类页岩值(表 2),这很好地说明铁石达斯群的含炭钙质板岩含钴、铋、金等成矿元素较高的原因,其可能为后期热液提供成矿元素;上部含矿岩—硅质岩呈层状,并可见纹理,局部与含炭钙质板岩呈韵律互层,其内包含少量碎屑岩,矿化也较为发育,主要见星点状和浸染状矿化。说明在火山喷流间歇期间深部的流体和成矿物质,在海盆地中形成硅质岩沉积,形成矿源层。火山喷流作用,沉积成岩形成作用上奥陶统铁石达斯群矿源层。成矿元素达到了预富集的作用^[13]。

表 2 肯德可克钴铋金矿床含矿岩石多元素分析结果

B/10⁻⁶

元素样号	Ag	Cu	Pb	Zn	CO	Ni	Au	As	Sb	Bi	Hg	Pt	Pd	
含炭钙质板岩	KN6 - H3	33.4	750.0	3300.	520.	40.0	140.0	21.0	1265.	70.00	110.0	1.2	<10	0.0
	KN8 - H1	1.55	230.0	265.0	150.0	17.5	270.0	9.6	181.5	9.6	106.0	0.05	<10	20.7
	KN8 - H2	2.60	820.0	350.0	175.0	50.0	103.5	4.2	880.0	6.7	184.0	0.045	<10	31.1
	DYM - H1	4.4	230.0	390.0	310.0	20.5	52.0	14.5	836.0	271.0	91.00	0.026	<10	
	CM6 - 289	0.62	25.0	52.0	200.0	6.4	8.7	7.9	221.9	20.0	87.0	0.166	<10	16.7
	CM10 - H6	1.35	68.0	78.0	75.0	18.0	110.0	340.0	8340.	154.0	47.0	0.041	<10	4.8
硅质岩	KB8 - H1	0.64	165.0	37.0	110.0	23.5	130.0	18.0	1523.	27.40	31.30	0.043		
	KB8 - H3	0.46	90.0	135.0	155.0	18.0	120.0	7.0	559.0	51.0	50.0	0.110		
	CM10 - H2	10.6	12700	275.0	550.0	95.0	154.1	38.0	279.2	15.10	104.0	0.031		
	CM10 - H4	6.9	47.0	41.0	81.0	17.5	135.4	1560.	27320	23.60	44.00	0.019		
沉积页岩		0.07	45	20	95	19	68	0.00n	13	1.5	?	0.4		?

含量单位:Au、Pt、Pd为 10⁻⁹,分析单位:吉林大学分析测试中心,2001年;据涂和费,1961年。

钙质板岩和硅质岩之间的接触带发生明显的交代夕卡岩化,常形成石榴子石和透辉石夕卡岩,为该矿区主要赋矿围岩。

4.3 构造控制

区内断裂构造较为发育,矿区南部遥感解译存在明显的环形构造,说明在该矿区南部可能存在隐伏岩体^[14]。结合矿体产出形态特征,矿区构造对矿床形成的作用大致可以归纳为:促进成矿物质活化;为热液运移提供通道;提供矿体赋存空间。尤对矿床的后期热液改造起到重要的作用。肯德可克矿区位于祁漫塔格弧后裂隙构造带中部,经历了复杂的

构造—岩浆—沉积作用。后期东西向断裂构造作用,导致成矿物质活化,沿断裂构造热液流动并萃集成矿元素,在一定物理化学条件下沉淀聚集,沿硅质岩内的小裂隙发生明显的夕卡岩化是很好佐证。由于晚期的脆性构造变形,形成系列张性裂隙,成为成矿热液定位的有利场所,以致矿区所有矿化体都位于构造破碎的夕卡岩化带内。

5 找矿方向

从肯德可克钴多金属成矿特征及成矿条件分析,其外围找矿工作应从以下几方面考虑:

1) 从区域成矿地质环境分析, 由于火山—喷气沉积与大洋中脊型、海沟型、火山岛弧型、弧后盆地型、大陆裂谷碳酸盐岩型关系密切^[12], 裂谷—岛弧演化阶段, 火山岩浆活动与其喷气沉积建造构成有色多金属矿床的成矿系统。在东昆仑地区, 上奥陶统铁石达斯群火山岩是肯德可克以西祁漫塔格裂陷槽(东昆仑西段)形成双峰态模式拉班玄武岩和钙碱性熔岩, 应是钴多金属矿床的重要地段;

2) 祁漫塔格地区, 上奥陶统铁石达斯群火山岩, 火山喷气所形成的硅质岩及含碳较高的泥质岩, 且与区域线形构造的平行, 受几组断裂构造控制的喷硫层地段。应是寻找火山—喷硫改造型以钴为主有色金属矿床的勘查地区;

3) 根据近年我局在该地区找矿成果, 化探元素 Cu、Co、Ag、As、Sb 组合, 可作钴矿的地球化学找矿标志。祁漫塔格地区有多处 Cu、Co、Ag、As、Sb、Mn 组合异常, 应加强这些地区的异常检查工作。

6 结论

东昆仑地区地质大调查项目启动后, 显示该区钴—有色多金属矿床有巨大找矿潜力。作为该地区典型矿床的肯德可克钴矿, 形成与火山—喷硫地质环境有关, 矿体赋存火山—喷硫形成的硅质岩及含碳较高的岩石中, 构造活动使矿体趋于富集。结合前人工作, 肯德可克矿区外围, 即祁漫塔格裂陷槽地

区地质找矿勘探应从区域成矿地质背景、赋矿围岩、化探综合异常等方面考虑找矿勘查工作安排。

[参考文献]

- [1] 刘有锡, 王顺昌. 国际钴市场简析[J]. 世界有色金属, 1994, (12).
- [2] 克鲁托夫 F.A. 钴矿床[M]. 北京: 中国工业出版社, 1965.
- [3] 纳尔德雷特 A.J. 加拿大布拉多地区沃伊塞湾镍—铜—钴矿床地质[J]. 国外地质科技, 1997, (2): 1~7.
- [4] 黄崇轲, 白冶. 中国铜矿床[M]. 北京: 地质出版社, 2001.
- [5] 孙继源. 中条山裂谷铜矿床[M]. 北京: 地质出版社, 1995, 49~100.
- [6] 段国莲. 德尔尼黄铁矿型铜钴矿床成因及其与硫化铜镍矿床的区别[J]. 地质与勘探, 1991, 27, (2): 20~24.
- [7] 裴荣富. 中国矿床模式[M]. 北京: 地质出版社, 1995.
- [8] 扬言辰, 冯本智. 吉林老岭大横路式热水沉积叠加改造型钴矿床[J]. 长春科技大学学报, 2001, (1): 40~44.
- [9] 付大捷. 赣西五宝山钴矿床地质特征及成因探讨[J]. 矿产与地质, 1998, 12, (2): 1~7.
- [10] 潘彤, 马梅生, 康祥瑞. 东昆仑肯德可克及外围钴多金属找矿突破的启示[J]. 中国地质, 2001, 28, (2): 17~20.
- [11] 李厚民, 沈远超, 胡正国, 等. 青海东昆仑骆驼沟钴(金)矿床地质特征及成因探讨[J]. 地质与勘探, 2001, 27: (1).
- [12] 邬介人, 于浦生. 海相火山—沉积建造区铜、多金属成矿系列及铁矿—铜矿床的勘查前景[J]. 地质与勘探, 2000, 36, (6): 15~19.
- [13] 崔春龙. 硅质岩研究中的若干问题[J]. 矿物岩石, 2001, 21(3): 100~104.
- [14] 杨铭君, 叶磊. 柴达木盆地周边的几个金矿区遥感构造和地球物理场特征[J]. 矿产与地质, 1998, 12: (5).

THE MINERALIZATION CHARACTERISTIC AND PROSPECTING OF KENDEKEKE Co - Bi - Au DEPOSIT IN DUNKUNLUN, QINHAI PROVINCE

PAN Tong^{1,2}, SUN Feng - yue¹

(1. College of Earth Sciences, Jilin University, Changchun 130061;

2. Qinghai Bureau of Nonferrous Metals Exploration, Xining 810007)

Abstract: Kendekeke Co - Bi - Au deposit is a important cobalt - polymetallic deposit in east Kunlun metallogenic belt. The deposit is located at Qimantage back - arc rift structure zone, and hosted within Tieshidasi group volcanic rocks of upper Ordovician. Ore - bearing beds are hot - water spout - sedimentary silicalite. Based on analyzing mineralization characters and ore - controlling conditions, prospecting orientations of Co deposits in Qimantage area, east Kunlun, have been proposed.

Key words: Kendekeke, mineralization characteristics, prospecting orientation