

新疆阿尔泰地区阿舍勒型块状 硫化物矿床地质条件分析

程 忠 富

(南京地质矿产研究所)

提 要 本文通过对新疆阿舍勒块状铜锌硫化物矿床的解剖,分析了苏、中、蒙阿尔泰成矿带中国境内寻找阿舍勒型矿床的条件,在此基础上指出了找矿方向。

关键词 阿舍勒型块状硫化物矿床 阿尔泰成矿带 新疆阿尔泰

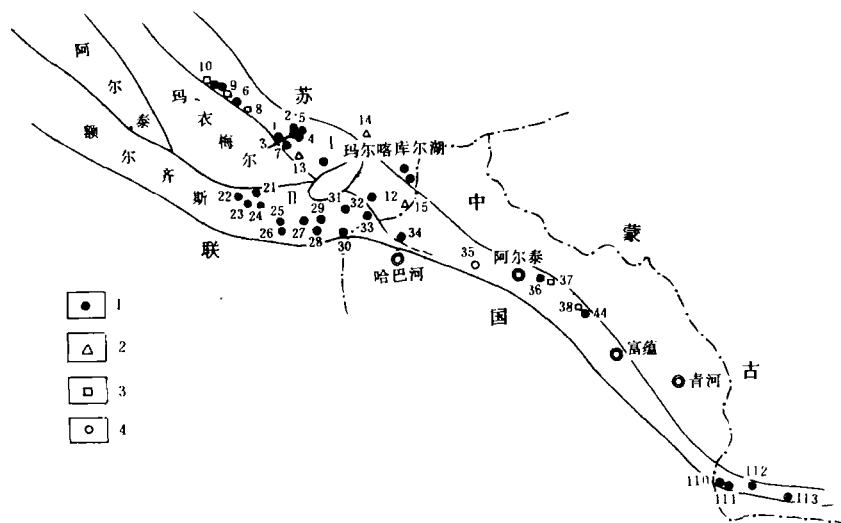
新疆阿尔泰地区哈巴河县阿舍勒矿床是新疆地质四大队于 1984 年首次在该区发现的海相火山岩型多金属矿床,1985 年以来开展了普查和详查工作,探明为一大型矿床,并有再扩大的希望,赋矿地层为中泥盆统阿舍勒组。笔者于 1987 和 1988 年两次赴该矿区进行硕士研究生毕业论文的野外研究工作。本文是在四队研究的基础上,在导师李文达先生的指导下完成的,对阿舍勒矿床及在阿尔泰成矿带中寻找阿舍勒型矿床的条件作了初步研究,并提出了该类型矿床的成矿方向。

阿舍勒一带主体是苏联阿尔泰多金属成矿带延伸到中国的一部分(图 1)。苏联阿尔泰是著名的多金属成矿带,有许多规模巨大的矿床。阿舍勒一带的地质构造特征和成矿条件与苏联阿尔泰多金属成矿带有可类比之处,该地区是寻找多金属矿床的重要地带。

1 地质构造特征

阿舍勒一带,按传统地质观点,属阿尔泰地槽褶皱系克兰复向斜褶皱带西段的一部分。按板块学说,它属于西伯利亚古板块西南部边缘活动带的一段。其总体构造线走向 NW—SE,和苏联阿尔泰构造带顺接(图 1)。

阿舍勒一带构造复杂,自加里东运动以来,经历了多次活动,致使这一带构造形迹复合叠加、改造,造成构造形态的规模悬殊、形态各异,并形成网格状断裂。该区地层岩石变形破碎,岩浆岩广布,东西两侧各有哈巴河斜长花岗岩体(出露 400km²,K—Ar 年龄 290Ma)和别列孜克斜长花岗岩体(出露 160km²,K—Ar 年龄 226Ma)分布,小型构造极为发育。主要褶皱为克兰复向斜,阿舍勒矿床就产于该复向斜的阿舍勒—别斯铁热克背斜中;主要断裂是玛尔卡库里深断



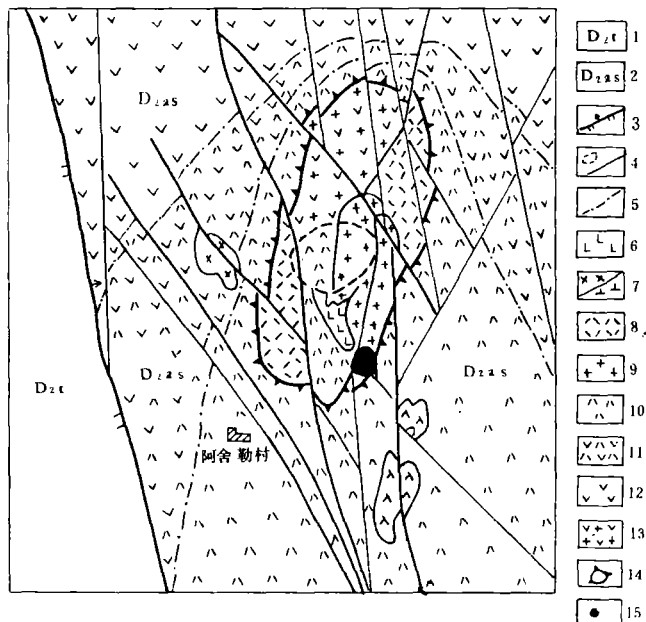
图例说明:1.多金属矿;2.稀有金属;3.铁矿;4.阿舍勒矿床

图1 苏、中、蒙阿尔泰多金属矿带图

Fig. 1 Map of Altai polymetal ore zone of USSR, China and Mongolia

裂,构造线走向NW,经历了多次活动,控制了本区火山—岩浆活动和成矿作用,也控制了岩石和矿床的分布。其它断裂如与火山机构伴生的阿舍勒断裂束等,构造线方向为NW、NNW、NS及EW向。阿舍勒断裂束大部分表现为层间断层和张性断裂。构造与矿化关系密切。

本区出露的中泥盆统阿舍勒组地层主要分布于玛尔卡库里断裂带中及其旁侧。主要岩石有英安斑岩,流纹岩,英安质火山角砾岩、角砾凝灰岩、凝灰岩、凝灰质砂岩、杂砂岩、部分玄武岩、安山岩及生物碎屑灰岩等。生物碎屑灰岩中含有 *Disphyllum* sp., *Cladopora* sp., *Thamnopora* sp. 等属的中泥盆纪常见珊瑚化石。以英安质岩石为主体,据岩石化学资料,该类岩石属钙碱性系列,并



图例说明:1.中泥盆统托克萨雷组;2.中泥盆统阿舍勒组;3.玛尔卡库里深断裂;4.断裂及环形断裂;5.岩性界线;6.玄武岩;7.辉绿岩/闪长岩;8.流纹(斑)岩;9.英安斑岩;10.英安质火山碎屑岩及火山碎屑沉积岩;11.安山英安质火山碎屑岩;12.安山质火山碎屑岩、火山熔岩;13.安山英安斑岩;14.火山穹丘;15.阿舍勒矿床

图2 阿舍勒一带火山构造示意图

Fig. 2 Sketch map of volcanic structure in Ashelei District

具低钾特征。

矿区及其周围是一个古火山机构(图 2)。矿区北部有一“层状火山”,为一环形断裂所围,由阿舍勒组的中酸性火山岩、次火山岩组成。“层状火山”的火山通道直至火山口为一熔岩穹丘占据,岩性为英安(斑)岩和英安质火山角砾岩等。据钻探资料,该穹丘底部英安斑岩与周围英安质火山碎屑岩呈侵入接触。英安斑岩体东南侧为阿舍勒矿床最主要的 I 号矿体,英安斑岩体内有浸染状的矿石分布。从图 2 可以看出,阿舍勒矿床产于火山机构的火山穹丘内。

在苏联阿尔泰,许多研究人员认为阿尔泰的深部活动带在海西构造—岩浆活动旋回中十分活跃,泥盆统同沉积构造是由 NW 向断裂与 NS 向、EW 向断相交形成的控矿构造。阿舍勒矿床的构造特征与之十分相似。

2 金属成矿元素在火山作用过程中的演化趋势

矿区及其周围出露的阿舍勒组地层,由两个火山旋回的岩石组成,第一旋回以流纹英安质岩石为主,第二旋回以安山英安质岩石为主。据区域地层剖面中火山熔岩、火山碎屑岩及沉积岩的厚度统计,以及两个火山旋回中火山物质和沉积物质的比例,可以了解火山旋回大致经历了喷溢、爆发、次火山侵入活动和火山喷发沉积等阶段。金属成矿元素主要富集于次火山侵入活动和火山喷发沉积阶段。在矿区,矿化形成于第一旋回的晚期。

这里汇集了阿舍勒组地层 275 个样品的金属元素数据(引自地质四队 1988 年 1:5 万区调报告),对其中的 Cu、Pb、Zn、Mo、Ag 等五种元素进行分析(表 1)。从表中可以看出,本区火山岩中第一旋回的 Cu、Pb、Zn 等含量普遍高出克拉克值,而第二旋回除 Cu 稍高外,其余均较低。因此本区在第一旋回火山岩中出现了较高的背景场,有利于成矿作用的进行。而第二旋回火山岩中背景值较低,没有发现明显的矿化。

表 1 阿舍勒组成矿元素分布情况
Table 1 Metal abundance in Ashelei Group

元 素	第一旋回 背景值(ppm) (168 个)	第二旋回 背景值(ppm) (107 个)	维氏酸性 岩克拉克值 (ppm)	背景值/维氏克拉克值	
				第一旋回	第二旋回
Cu	84	53	20	4.2	2.6
Pb	38	3	20	1.9	0.15
Zn	89	62	60	1.5	1.0
Ag	0.27	/	0.05	5.4	/
Mo	7.4	0.64	1.0	7.4	0.64

(据地质四队资料编制)

随着本区火山活动的演化,这些元素的丰度随时代由老到新有缓慢下降的趋势,其转折点

基本都在第一旋回和第二旋回之间(图3)。

Cu、Pb、Zn 等元素背景值还受岩性控制(表 2),在中酸性为主的火山岩、火山碎屑岩中,这些元素的背景值明显高于维氏克拉克值,而中基性火山熔岩、碎屑岩中这些元素的背景值只稍高于维氏克拉克值,有的则低于维氏克拉克值。

另外,这些元素的背景值还明显受岩相控制(图 4),从图中可看出,从喷溢相→爆发相→火山喷发沉积相,Cu、Pb、Zn 总体为上升趋势,尤其在爆发相中上部和喷发沉积相中,Cu、Pb、Zn 的含量较高,其相应的背景值/维氏克拉克值较喷溢相高得多。以沉凝灰岩、凝灰岩及角砾凝灰岩为主体的层位中显示小波峰,表明它们与火山活动晚期的热水溶液及沉积作用的关系更为密切。

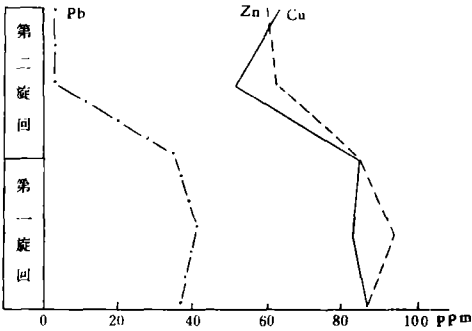


图 3 阿舍勒组火山旋回 Cu、Pb、Zn 元素的丰度及演化
Fig. 3 Cu、Pb、Zn abundance and evolution of volcanic cycles in Ashelei Group

表 2 阿舍勒组各类岩石成矿元素含量

Table 2 Metal concentration of rocks in Ashelei Group

岩性	岩 石	样品数	Cu	Zn	Mo	Ag	Pb
酸性岩维氏克拉克值(ppm)			20	60	1.0	0.05	20
中酸性岩	变流纹岩	5	110	120	7	0.18	19
	变流纹质凝灰岩	2	50	275	10	3.1	55
	变英安岩	4	50	75	4.25	0.25	11.25
	变角砾英安岩	5	90	70	6.4	0.3	14
	变英安质角砾凝灰岩	15	55	60	5.5	0.11	14.3
中性岩维氏克拉克值(ppm)			35	72	0.9	0.07	15
中性岩	变安山岩	11	55	68	0.18	/	14.55
	变安山质角砾凝灰岩	3	50	83	0.67	/	3.33
基性岩维氏克拉克值(ppm)			100	130	1.4	0.10	8
基性岩	变玄武岩	3	150	67	0.7	0.13	10
	变枕状玄武岩	5	50	70	0.7	/	27

(据地质四队资料统计)

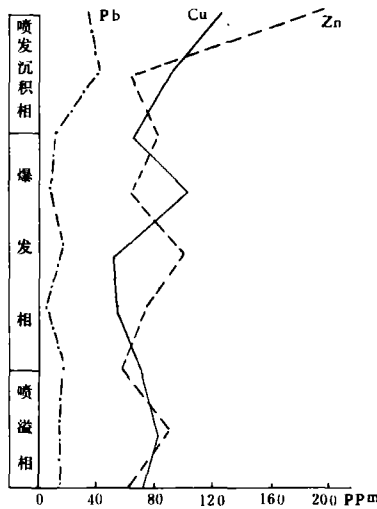
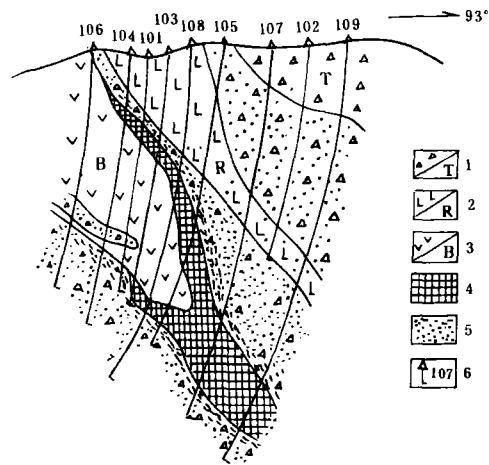


图 4 阿舍勒组火山岩相 Cu、Pb、Zn 元素的丰度及演化

Fig. 4 Cu, Pb, Zn abundance and evolution of volcanic facies in Ashelei Group



图例说明: 1. 英安质火山碎屑岩; 2. 英安(斑)岩; 3. 玄武岩; 4. 层状矿石; 5. 浸染状矿石; 6. 钻孔及编号

图 5 I 号矿体示意剖面图

Fig. 5 Sketch profile of No. 1 ore body

3 成矿作用在时间上的发展

前已述及金属成矿作用主要发生于两个火山旋回的过渡阶段或火山旋回的末期,如阿舍勒矿床即产于阿舍勒组第一旋回的末期,矿化发生于该旋回的次火山侵入及喷发沉积阶段。这阶段正是火山喷出物减少,次火山活动、火山喷气、火山热液及沉积作用较为发育的阶段。从矿区岩石和矿床的关系来看,矿床与次火山岩英安斑岩关系密切。次火山岩侵入就位之后,其间的次火山岩体也往往是浸染状金属硫化物矿床的赋存部位之一。

4 矿床类型

矿床位于玛尔卡库里深断裂控制的火山机构及与火山机构伴生的阿舍勒断裂束中,矿石赋存于阿舍勒组英安质岩石中,主要含 Cu 和 Zn,以及少量 Pb,伴生 Au 和 Ag,是一个以 Cu、Zn 为主的综合利用价值较高的多金属矿床。

矿床由数个矿体组成,其中 I 号矿体规模最大(图 5),其金属铜储量占了已控制铜储量的 80% 左右。矿体直接围岩是英安质火山碎屑岩。在矿体附近由于各种变质作用的叠加,含矿主岩蚀变强烈。围岩蚀变带与含矿带十分吻合,主要蚀变有硅化、绢云母化、绿泥石化及高岭土

化。岩石变质相未超过绿片岩相,绝大部分岩石保留了原岩的组构特征。

矿石主要有黄铁矿矿石、含铜黄铁矿矿石、含铜锌黄铁矿矿石、“角砾状”矿石、硅矿石、次黑矿石及黑矿石等,以前五类居多。这些矿石的 Cu、Zn、Pb、S、Au 及 Ag 的含量变化范围和平均含量见表 3。

表 3 各类矿石主要元素含量

Table 3 Contents of ore-forming elements in ores

元素含量(%) 矿石类型	Au (ppm)	Ag (ppm)	Cu	Pb	Zn	S
黑矿石	0.90—2.99	108—503	0.94—8.51	1.27—4.82	1.53—19.95	22.21—45.91
	1.71	229.86	3.70	2.13	11.08	36.29
次黑矿石	0.83—2.13	81.3—177.5	1.87—6.60	0.22—0.94	2.63—10.18	27.65—46.33
	1.38	120.26	3.55	0.51	4.92	41.38
含铜—锌矿石	0.21—1.32	32.9—83.4	1.59—8.44	0.04—1.19	0.66—2.78	25.62—45.75
	0.57	58.9	3.91	0.27	1.29	37.66
含铜黄铁矿矿石	0.03—1.67	13.3—80.8	1.02—17.1	0.01—0.66	0.05—1.50	32.29—50.19
	0.64	19.58	4.38	0.12	0.32	46.52
黄铁矿矿石	0—0.83	0—33.7	0.01—0.90	0—0.11	0.02—0.84	35.5—51.15
	0.28	9.27	0.25	0.04	0.19	43.69
“角砾状”矿石	0—1.14	0—101	0.08—4.42	0—1.07	0.07—6.42	9.53—32.68
	0.40	24.75	1.54	0.14	1.00	20.86
硅矿石	0—1.13	0—42.10	0.50—2.99	0—0.15	0.03—0.82	5.06—29.87
	0.22	14.08	0.80	0.07	0.26	16.84
稀疏浸染状矿石	0—0.69	0—51	0.30—0.49	0—0.24	0.01—1.05	6.76—27.5
	0.20	13.61	0.39	0.08	0.26	16.04
含矿主岩	0—0.35	0—13.8	0—0.29	0—0.10	0—0.33	/
	0.14	4.73	0.13	0.01	0.10	/

(根据四大队的 ZK101, ZK103, ZK104, ZK105, ZK107, ZK108, ZK402 孔矿石品位资料编制)

矿床具有明显的分带特征,上面为层状矿带,下面为浸染网脉状矿带。层状矿带从下至上可以分为黄铁矿带、粉末状含铜黄铁矿带、含铜锌黄铁矿带、次黑矿带、黑矿带、重晶石带、含铁玉髓带,与典型的黑矿分带特征十分类似。从金属含量来看,层状矿带以 Cu、Zn 为主,浸染网脉状矿带以 Cu 为主,局部富 Zn。另外在地表有显著的铁帽存在。

矿床的形成与海底火山作用关系密切,它是广义的黄铁矿型多金属矿床中一个由海底火山作用等形成的黑矿型块状硫化物矿床。

矿床选择性地产于英安质火山碎屑岩和火山碎屑沉积岩中,矿化发生在火山旋回的末期或两个火山旋回的间隙期,这实际意味着矿化与火山构造存在空间—时间的并存关系,矿床的形成和分布与火山和断裂(如玛尔卡库里深断裂和阿舍勒断裂束)的类型和分布有密切关系。矿床形成后经过变质、变形改造,使矿体原始水平产状变成陡倾产状,矿体被压偏成透镜体状,在空间上作雁形排列,并受到断裂的切割。笔者根据上述诸因素合成了成矿过程示意图(图 6)。

5 矿床在表生作用下的变化

矿床具有明显的氧化带。该矿床被侵蚀出露地表以后,表生作用发育,矿石氧化较深,形成了硫化物次生富集矿石。初步将矿床氧化带再分为如下三个带:

a. 铁帽带:铁帽出露于山顶,呈带状分布,走向南北。由于原生矿石所含矿物不同及矿石组构的差异,氧化矿石形成的铁帽类型也不同。据实地观察,块状黄铁矿矿石氧化形成致密碧玉状、角砾状和疏松状等铁帽,浸染状黄铁矿矿石只形成具有片状结构的铁化片岩,没有形成真正的铁帽,这些铁化片岩在矿区表现为广泛发育的赭石带。在该带中有蛋白石、高岭土、孔雀石、自然银(自然金)、银金矿、自然铜、方铅矿以及大量石英和褐铁矿等。

b. 淋失带:主要由褐铁矿、石英等组成,可见黄钾铁矾、铅矾、胆矾、水胆矾、白铅矿等硫酸盐矿物,其中也有部分黄铁矿散粒,另外还有孔雀石、硅孔雀石、臭葱石等矿物。

c. 次生硫化物富集带:以烟灰色块状辉铜矿为主,矿石易碎。辉铜矿呈细脉或网脉交代黄铁矿和黄铜矿等,黄铁矿等愈破碎,辉铜矿愈发育。次生富集带矿石的铜品位较原生矿石高6~12倍,金银也有富集。有些氧化带中次生硫化物富集带不发育或无。

在氧化带中,主要有三种次生蚀变作用:

a. 黄钾铁矾化:富集于氧化带下部,当侵蚀出地表后,很快变成褐铁矿。愈接近矿体,黄钾铁矾愈发育。一般在其下面有黄铁矿存在。

b. 次生硅化作用:呈碧玉状的含铁硅质片岩,其特点是 SiO_2 呈玉髓或蛋白石,具胶状结构。该蚀变形成的产物呈角砾状结构,其中常有铁、锰物质加入。出露于地表至氧化带底部。值得重视的是凡有次生硅化发育,附近又出露陷落地貌者,其深部就有块状硫化物矿体存在。

c. 高岭土化:见于淋失带和铁帽带。该蚀变常伴有水铝英石化、蒙脱石化等。由于硫化物矿石氧化时产生大量硫酸水,经过风化带时对围带产生漂白作用,同时硫酸水本身含有的丰富金属在氧化带底部再次沉淀,形成次生富集带或氧化富集带。故地表高岭土化的强弱是评价硫化物次生富集带的重要标志。

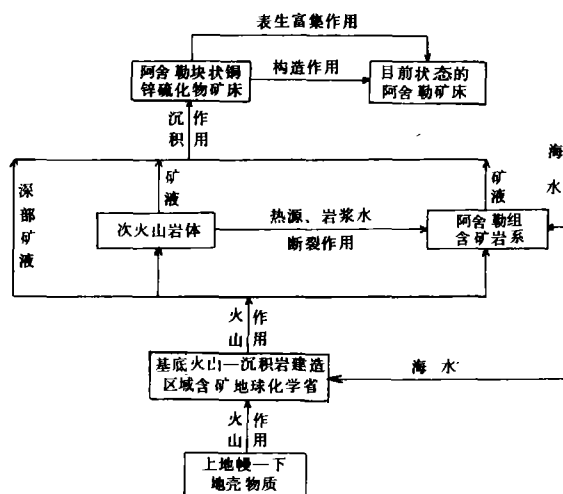


图6 阿舍勒矿床形成过程示意简图

Fig. 6 Metallogenic scheme of Ashelei Ore Deposit

6 找矿方向

阿尔泰成矿带广泛分布古生代地层,尤其是泥盆纪地层。苏联阿尔泰成矿带中铜、铅、锌储量的95%以上集中在泥盆纪火山—沉积岩中,其中中泥盆统艾菲尔阶约占80%(据谢尔巴,Г. H., 1983)。在中国境内的阿尔泰成矿带具备生成阿舍勒型矿床的地质构造、含矿建造,地球化学和地球物理条件,因此在该地区寻找该类型矿床前景广阔。在这里需强调几点:

a. 本区分布最广的除Cu、Zn及Pb外,还有Au、Ag等。在苏联一侧已发现成型金矿。在中国境内,金矿的寻找已有突破,在玛尔卡库里深断裂西南侧,距阿舍勒西28Km处的多拉纳萨依发现了大型金矿。阿舍勒块状铜锌硫化物矿床伴生Au和Ag,其伴生的Au和Ag储量也相当可观,是一个伴生Au、Ag矿床。且阿舍勒一带还具备了生成金矿的地质构造、地球化学和地球物理条件。故应重视金矿的勘查。

b. 玛尔卡库里深断裂切割深度大,是深部岩浆上升的良好通道。在该断裂带内及其旁侧的阿舍勒火山岩区,有次火山岩体及与火山作用有关的块状硫化物矿床分布。如前所述,矿床与火山穹丘、爆发角砾岩、次火山岩体等有空间联系,而这些火山构造和岩相多受控于深断裂的旁侧。因此区域性断裂与火山机构伴生的断裂相复合的位置。往往是有利的成矿部位。除此之外,要重视后期构造活动对矿床的改造,这在勘查工作中是十分重要的。

c. 应加强火山机构的研究,并着重在火山穹丘、火山喷发中心、次火山岩体及火山管道等附近寻找这类矿床。因为这些部位往往是地壳浅部热源的中心,它们可以把火山—岩浆活动带来的成矿物质带至地表加入当时的海水—岩浆水循环系统,可见这些部位乃是最有利的金属矿床成矿部位。

d. 矿床具有特征的矿石和元素分带性。从下至上,矿石有硅矿石→黄矿石→黑矿石,上部还分布重晶石,成矿元素总体分布为Fe、Cu、S→Fe、Cu、Zn、S、(Au)→Fe、Cu、Zn、Pb、S、Au、Ag。与之相应的蚀变也有分带性,中心为硅化,向外是绿泥石化、强黄铁绢英岩化、弱黄铁绢英岩化,最外面为青磐岩化。上述特征可有效地运用于本区金属矿床的勘探工作。

e. 矿床具有显著的氧化带,铁帽和赭石带分布广泛。与表生作用相关的次生蚀变作用也很发育。它们与地下原生矿体和次生富集矿体关系密切。因此在地质勘查中要注意这些地物标志的寻找。

f. 层位和岩性。阿舍勒矿床赋存于阿舍勒组地层的中下层位,赋矿岩石多为中酸性火山碎屑岩和火山碎屑沉积岩,与英安斑岩关系密切。区域上成矿带所在层位的Cu、Pb、Zn、Au等成矿元素背景值较高,矿床矿化带中成矿元素的背景值更高。因此系统而有效地对阿舍勒组地层进行成矿元素的综合分析,再结合物化探资料,圈定成矿元素的高值区,可以提供成矿远景区或找矿靶区。

参考文献

- [1]新疆地矿局、地矿部情报研究所,中国新疆周边国家矿产地质特征及成矿规律情报调研报告,1986年
[2]程忠富,新疆阿舍勒块状铜锌硫化物矿床基本特征,南京地质矿产研究所所刊,11(1)1990
[3]李文达,日本黑矿研究现状,国外火山地质,(1)1983,1~22

**GEOLOGICAL CONDITION ANALYSIS OF ASHELEI
MASSIVE COPPER ZINC SULFIDE ORE
DEPOSIT IN ALTAI AREA, XINJIANG**

Cheng Zhongfu

(Nanjing institute of geology and mineral resources)

Abstract

Ashelei massive copper zinc sulfide deposit is a large—sized volcanogenic deposit firstly discovered in Altai area. It occurs in Altai tectonic—metallogenic zone. Its host rocks are dacitic pyroclastic rocks and volcanoclastic—sedimentary rocks of Ashelei group of Middle Devonian. This deposit is intimately related to subvolcanic rocks.

This deposit occurs in late stage of volcano—sedimentary cycle or between two volcano—sedimentary cycles. It is controlled by faults and volcanic apparatus, and reformed by late—tectogeneses. Besides, these ores are enriched by supergenesis. Altai tectonic—metallogenic zone has geotectonic, geochemical and geophysical conditions for forming Ashelei—type deposits, and has perspectives for looking for the type of deposits.

On the basis of studying Ashelei massive sulfide deposit, prospects of ore deposits are indicated in Altai area.