

<http://www.geojournals.cn/dzxb/ch/index.aspx>

新疆乌拉根铅锌矿床地质特征与成因

祝新友^{1,2)}, 王京彬^{1,2)}, 刘增仁³⁾, 方同辉^{1,2)}

1) 北京矿产地质研究所, 北京, 100012; 2) 有色金属矿产资源调查中心, 北京, 100012; 3) 新疆鑫汇矿业有限责任公司, 乌鲁木齐, 830000

内容提要:新疆超大型远景规模的乌拉根铅锌矿床的发现是近年来我国有色金属矿地质勘查的重大进展之一。矿床位于塔西南凹陷北部, 围岩为下白垩统克孜勒苏群厚层砂砾岩, 上部盖层为古新世阿尔塔什组膏盐层, 属砂岩容矿的铅锌矿床。矿体呈似层状分布于砂砾岩层的顶部, 矿化带长度 > 3km, 厚度 10~50m, 最大厚度 > 100m。矿体为灰白色砂砾岩的一部分, 是紫色砂砾岩褪色蚀变矿化的结果。褪色蚀变带分布于克孜勒苏群顶部, 东西长度超过 140km, 厚 100~300m。矿体顶板直接围岩为角砾岩, 是由膏盐层溶解坍塌形成的。矿石主要类型为砂砾岩型, 砂砾成分与围岩砂砾岩一致, 硫化物呈浸染状分布于胶结物中, 少量块状矿呈脉状分布于走向断层中。主要硫化矿物为闪锌矿、方铅矿, 含少量白铁矿, 微量的黄铁矿、黄铜矿等; 脉石矿物含量少, 主要是方解石、白云石、少量绢云母、伊利石等。闪锌矿淡黄褐色, 粒度细小, 几乎全部呈胶状或环带状; 方铅矿主要也呈微细粒状, 少量颗粒见有环带, 块状方铅矿矿石中方铅矿呈粗晶状。铅锌矿化与油气活动关系密切, 矿石中广泛含有机质液泡。成矿作用与区域盆地卤水作用有关, 形成于渐新世—中新世喜马拉雅运动早期, 古地中海向西退却与塔里木盆地分隔时期。卤水中的金属物质与石膏盐层溶解并经生物还原提供的低价态硫的混合导致硫化物的沉淀。乌拉根铅锌矿床属于与盆地卤水作用有关的低温热液矿床。

关键词: 新疆; 铅锌矿床; 盆地卤水; 密西西比河谷型; 砂岩型; 矿床成因

乌拉根铅锌矿床位于新疆克孜勒苏自治州乌恰县康苏镇东南 3km, 发现于 20 世纪 50 年代, 至 1962 年, 勘探确认该矿床为一小型热液矿床^①。自 2001 年始, 利用国家资源补偿费项目、地质大调查项目等的支持, 乌拉根矿床重新开始了全面普查评价工作。截止 2007 年底, 主要在矿区南带西部已探获铅锌资源量(332+333+334₁)9809 万吨, 平均品位 Pb 0.45%、Zn 2.61%, 铅锌金属含量 300 万吨^②, 整个矿区远景可望突破 1000 万吨金属量。近年来主要矿床成因类型的认识包括喷流沉积型(蔡宏渊, 2002; 邓贵安, 2003; 李丰收等, 2005; 谢世业等, 2003)、热卤水型(高珍权等, 2002), 指出控矿地层为古近系乌拉根组。这些观点的提出, 有力促进了乌拉根矿床的勘探进程, 但随着矿床评价的深入, 大量地质现象与这些观点相矛盾。本文以新的视角, 在乌拉根矿床地质特征分析的基础上, 指出矿床的后生成矿特点, 矿床形成与盆地卤水作用有密切联系, 属于砂岩型铅锌矿, 总体上可归入密西西比河谷型(MVT)

1 区域地质与含矿地层层序

乌拉根铅锌矿床赋含于塔西南凹陷北部, 塔西南凹陷呈 NW 向分布于喀什—叶城—禾田地区, 由厚层中生代碎屑岩—碳酸盐岩—膏盐层沉积岩组成。区域内零星出露晚古生代碳酸盐岩—碎屑岩沉积, 其中赋含有沙里塔什铅锌矿, 亦属于层控低温热液矿床。塔西南凹陷的主要地层包括(贾承造等, 2006):

下白垩统克孜勒苏群(K₁kz)紫色砂砾岩, 厚 1000 余米, 顶部发育广泛的褪色蚀变带, 为灰白色砂砾岩, 厚 30~300m, 变化大, 铅锌矿体赋存于灰白色砂砾岩中; 古近系, 包括阿尔塔什组(E₁a)膏盐层, 厚 30~100m, 主要岩性为厚层块状石膏岩, 夹多层白云岩薄层, 底部发育一层 1m± 的白云岩与下伏 K₁kz 砂砾岩呈小角度不整合接触, 代表了古新世早期塔西南地区自西向东的广泛海浸作用。齐姆根组(E₁₋₂q)泥岩, 包括上部的紫色泥岩夹膏盐和下部的灰绿色泥岩, 厚 20~30m。上部地层分别为卡拉塔

注: 本文为有色金属矿产地质调查中心科研项目(编号 2004ZHXM002)和国家支撑项目(编号 2006BAB07B04)资助的成果。

收稿日期: 2009-06-03; 改回日期: 2009-09-15; 责任编辑: 郝梓国。

作者简介: 祝新友, 男, 1965 年生。长期从事有色金属矿产勘查研究工作。Email: zhuxinyou@gmail.com。

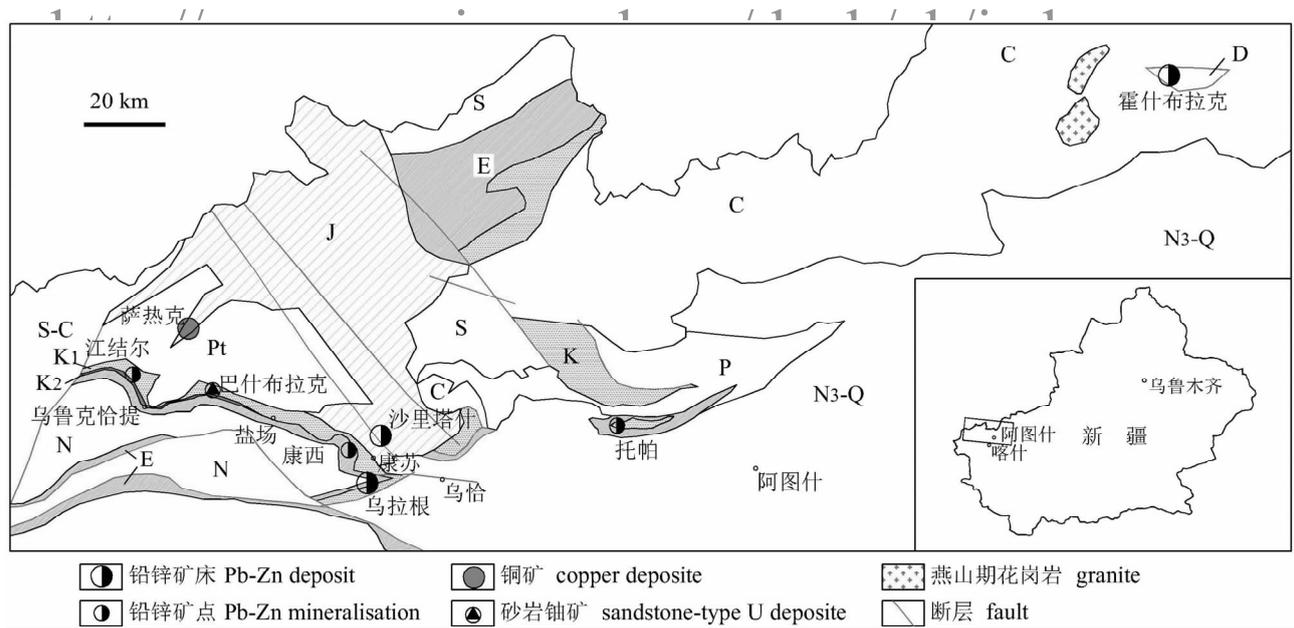


图 1 乌鲁克恰提—阿图什地区地质矿产略图

Fig. 1 The regional geological map of Ulugqat-Artuxi area

Pt—元古界变质岩; S-C—志留系-石炭系碎屑岩; S—志留系变质岩; D—泥盆系碳酸盐岩; C—石炭系碎屑岩夹碳酸盐岩; P—二叠系碳酸盐岩; K—白垩系陆相碎屑岩, 其中, K₁ 为紫色砂砾岩, K₂ 为泥质碎屑岩夹膏盐; E—下第三系碎屑岩夹膏盐; N—上第三系; N₃-Q—第三系-第四系陆相盆地沉积

Pt—Metamorphic rocks; S-C—clastic rocks; S—metamorphic rocks; D—carbonate rocks; C—clastic rocks and minor carbonate rocks; P—carbonate rocks; K—continental clastic rocks, K₁ is purple sandstone and conglomerate, K₂ is muddy clastic rocks and minor gypsum; E—continental clastic rocks and plaster rock; N—Neogene; N₃-Q—Neogene-quarternary continental sedimentary

尔组(E₂k)介壳灰岩、乌拉根组(E₂w)杂色泥岩夹石膏、巴什布拉克组(E₃-N₁b)细碎屑岩夹膏盐。新近系下部地层是克孜勒依组(N₁k)紫色碎屑岩夹膏盐以及安居安组(N₁a)紫色泥质岩夹砂岩,在N₁a的砂岩中赋含有砂岩铜矿化,以花园铜矿为代表。

区内主要构造为乌拉根向斜,亦称杨叶鼻状构造。两翼由K₁kz砂砾岩构成,向斜核部为古近系一新近系的紫色碎屑岩、碳酸盐岩夹膏盐层组成。北翼自乌拉根向西延伸,稳定出露,百余千米,南翼被大型推覆断裂逆掩,仅少量出露。乌拉根铅锌矿床矿体分布于向斜东扬起端南、北两翼。区域内近东西向大型推覆断裂发育,NW向的费尔干纳断裂自矿区东侧经过,南部被第四系所掩。

2 乌拉根矿床地质特征

2.1 矿体及含矿地层组合

乌拉根矿床铅锌矿体主要分布于乌拉根向斜的南、北两翼(图2),矿化带延长超过3km。

铅锌矿体赋存于下白垩统克孜勒苏群(K₁kz)顶部褪色的灰白色砂砾岩中,自下而上,紫色砂砾岩→灰白色砂砾岩→铅锌矿体,呈过渡状,边界由品位

确定,矿体即矿化砂砾岩,是砂砾岩的一部分,其中含铅锌硫化物较高。按边界品位Pb 0.5%、Zn 1.0%圈定,矿体总体呈层状、似层状,顺层分布。其中南矿带I号矿体分布于47~72线间,断续长3400m,平均厚度10.89m,最大厚度50.31m,平均品位Pb 0.66%、Zn 2.21%,控制深度700m,深部随地层产状变缓(图3)。2007年于24线附近乌拉根向斜核部实施ZK001孔,于700m深处的相同层位中见铅锌矿化,显示出向斜南、北两翼的铅锌矿化在转折端连成一体。

铅锌矿体顶板为角砾岩,原岩为E₁a膏盐层,因石膏的溶解坍塌形成。角砾为白云岩,不规则状,1~50cm,胶结物主要是砂粒、泥质物或新形成的细粒白云石、方解石,原岩的石膏全部或部分溶解(图4a)。坍塌角砾岩的分布范围与矿化范围大体一致,前人将之称为同生角砾岩或层间构造角砾岩。

K₁kz砂砾岩作为透水岩石,其孔隙度平均达20%(王清华等,2003),上覆的E₁a膏盐层相对不透水,这种下部透水岩石与上部相对不透水的岩石构成的古含水系统,是乌拉根类型矿床的一个重要特征。除乌拉根外,区内矿化特点相似的矿床还包

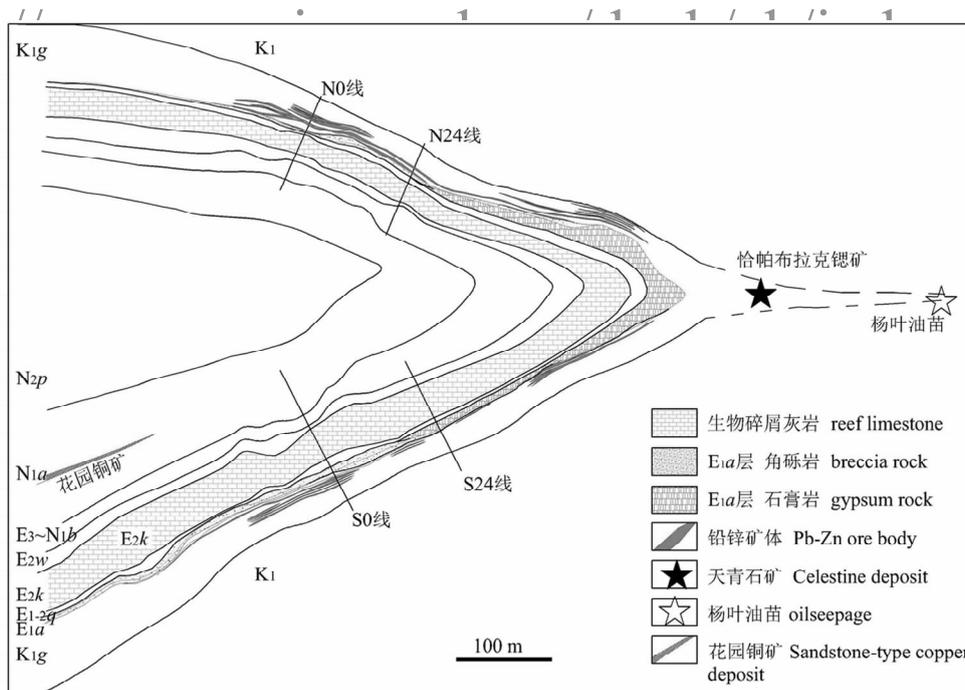


图 2 乌拉根矿床地质图

Fig. 2 Sketch map of Wulagen Pb-Zn deposit

K_1kz —克孜勒苏群紫色砂砾岩; K_1g —克孜勒苏群灰白色砂砾岩, E_1a —阿尔塔什组石膏岩(角砾岩), E_{1-2q} —齐姆根组灰绿色—紫色泥岩, E_2k —卡拉塔尔组生物灰岩; E_2w —乌拉根组泥岩; E_3-N_1b —巴什布拉克组; N_1a —安居安组泥岩夹砂岩(含砂岩铜矿化), N_2p —帕什布拉克组紫色砂岩

K_1kz —Purple sandstone and conglomerate of Kizilsu group; K_1g —grey sandstone and conglomerate of Kizilsu Group; E_1a —plaster rock (or breccias rocks) of Aertashi Fm.; E_{1-2q} —celaton-purple muddy rocks of Qimugen Fm.; E_2k —reef limestone of Kalataer Fm.; E_2w —mudstone of Wulagen Fm.; E_3-N_1b —Bashibulake Fm.; N_1a —mudstone and sandstone (contain sandstone-type copper deposit) of Anjuan Fm.; N_2p —purple sandstone of Pashibulake Fm.

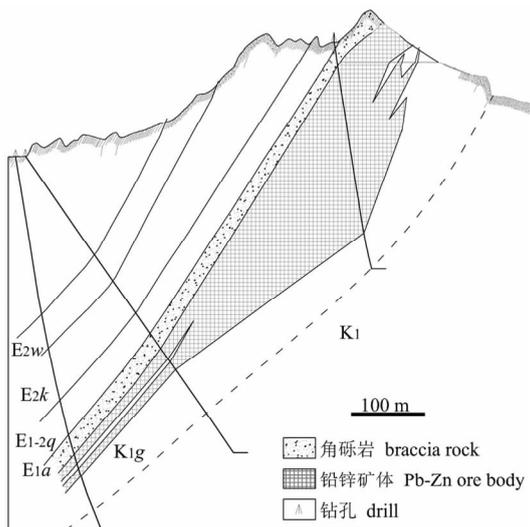


图 3 乌拉根矿床南矿带 0 线剖面图

Fig. 3 The section map of line 0, south belt of Wulagen deposit

K_1g — K_1kz 的褪色带, 灰白色含砾砂岩;
 E_1a —坍塌角砾岩, 其它地层图例同图 2

K_1g —Grey sandstone and conglomerate, the decolored part of K_1kz ; E_1a —collapse braccias rocks. Other same as fig. 2

括康西、江结尔等,均产于 K_1kz 褪色的砂砾岩中。

在乌拉根向斜扬起端东侧,分布有一中型锲(天青石)矿床并有大量的油苗显示(图 4b)。天青石发育于 E_1a 的坍塌角砾岩中,其下部的 K_1kz 灰白色砂砾岩中含铅锌矿化。沥青油苗出现在 K_1kz 、中新世安居安组(N_1a)灰白色砂砾岩中。

2.2 矿石类型与矿物组合

乌拉根矿床的主要矿石类型为砂岩型(图 5a),北矿带有少量的块状方铅矿矿石呈脉状分布于层间断裂中,另外在矿体顶部与坍塌角砾岩接触部位,有少量的角砾状矿石,角砾为白云岩,硫化物为胶结物。

砂岩型矿石中硫化物粒度细小,粒径一般 <0.1 mm,全部不均匀分布于胶结物中(图 5b),受岩石中孔隙度的影响,渗透性好的砂岩中含量较高,因此常沿斜层理分布形成一些局部的条带状构造。硫化物含量不均匀,一般在 $1\% \sim 10\%$,局部可达到 80% ,为块状矿石。在褪色岩石中往往都含有少量的硫化物,含量随层位的升高而增高,在砂砾岩层顶部附近

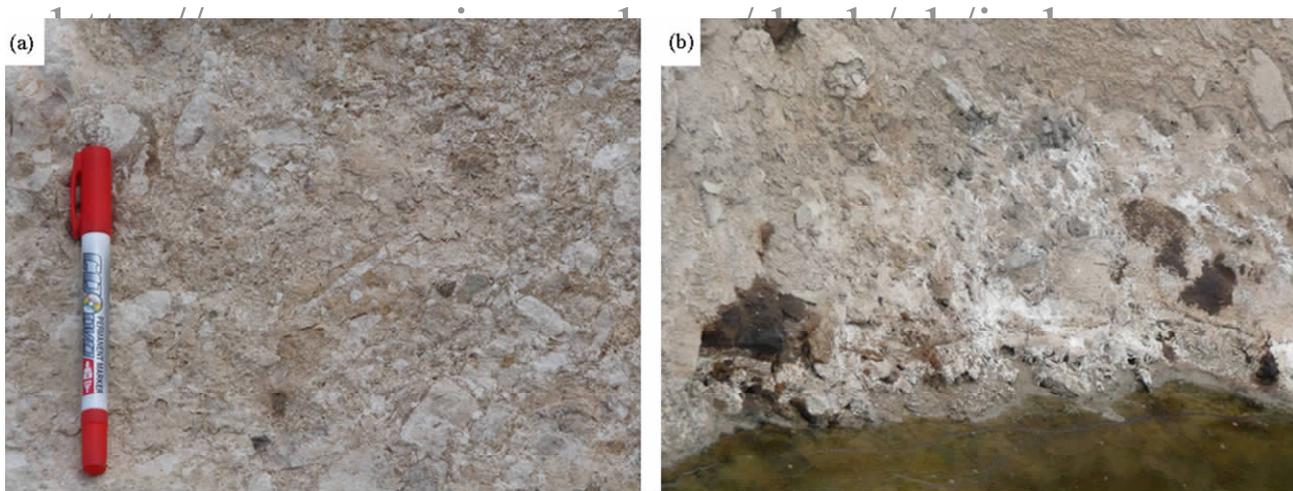


图4 坍塌角砾岩与沥青油苗

Fig. 4 The collapse breccias rocks and the asphalt (oil seepage)

(a)—矿体上盘 E_{1a} 的坍塌角砾岩, 乌拉根; (b)—分布于 K_1kz 砂砾岩中的渗出沥青, 乌拉根东部杨叶

(a)—Collapse breccias rocks, E_{1a} hang wall of the orebodies; (b)—asphalt at the K_1kz grey sandstone, Yangye, east Wulagen deposit

达到最高。

主要硫化物矿物为闪锌矿、方铅矿, 少量白铁矿, 微量的黄铁矿、黄铜矿等。闪锌矿呈细粒浸染状, 全部呈环带状的胶状结构, 直径一般 $0.05 \sim 0.1$ mm (图 5c), 环带结构简单, 外侧常见有细小结晶状的闪锌矿, 粒度一般 $< 10 \mu\text{m}$ 。方铅矿的特点与闪锌矿相似, 少量呈粗粒于块状矿石中, 有时也能见到由磨片的小坑反映的环带。白铁矿呈细粒半自形状, 有时呈球状集合体 (图 5d), 并与胶状闪锌矿共生。黄铁矿含量少, 部分呈草莓状。脉石矿物主要是细粒—微粒状的方解石, 与硫化物共生, 赋存于胶结物中。

褪色灰白色含矿砂砾岩中广泛含有深灰色—黑色不规则泡状液态流体, 含量高时可沿裂隙连接在一起。其中含有微细粒的黑色有机质或沥青, 分布于液泡的边部 (图 5e), 粒径一般 $< 10 \mu\text{m}$, 部分黑色颗粒内部包含有微细的闪锌矿 (图 5f)。

3 乌拉根矿床成因类型的讨论

3.1 K_1kz 砂砾层顶部灰白色砂砾岩的成因——区域性褪色蚀变

区域上克孜勒苏群紫红色砂砾岩层顶部发育灰白色砂砾岩, 二者间的界线较明显, 穿越地层层理或斜层理, 显示出后生的性质。在灰白色砂砾岩中, 透水性差的岩石, 如泥质细砂岩或泥岩一般仍呈紫色, 边部往往出现 $1 \sim 10$ cm 的灰绿色蚀变, 不含矿。岩矿鉴定表明, 灰白色与紫红色砂砾岩岩性相同, 差别

主要表现在紫色岩石中的褐铁矿在灰白色岩石中减少、消失, 局部出现少量的白铁矿以及有机质液泡或沥青质。

褪色带厚度变化较大, 一般在 $100 \sim 300$ m, 最薄处厚不足 10 m。范围分布很广, 自中国—吉尔吉斯边境至塔里木盆地边缘覆盖区, 东西长 > 140 km (图 1)。区域内铅锌、铀矿床 (矿化), 如乌拉根、康西、江结尔、托帕、巴什布拉克等, 均赋存于该灰白色砂砾岩中, K_1kz 砂砾岩层中的油气 (油苗) 也集中于该层。微量元素地球化学研究也显示灰白色砂砾岩中 Pb、Zn 等元素含量有不同程度的增高, 在乌拉根, 灰白色层大体就是铅锌矿化层。

鉴于灰白色层的后生特点以及其与铅锌、铀矿化、油气的关系, 灰白色层就是紫色砂砾岩在流体作用下褪色蚀变的结果, 这种大范围的褪色蚀变应与区域流体的活动有关。

类似的情况在很多低温热液铅锌矿发育的地区都能见到。如塔木—卡兰古地区石炭纪底部碳酸盐岩的白云石化, 出露长度超过 100 km (祝新友等, 1997); 而在北美 MVT 铅锌矿发育地区, Plumlee 等 (1994) 研究发现, 区域性的蚀变作用主要见于碳酸盐岩底部的白云石化作用, 下伏地层为砂岩, 如 Bonnetterre 群灰岩底部的白云石化 (Appold 等, 2000; Happer 等, 2007)。

3.2 矿体上盘坍塌角砾岩

乌拉根矿床的角砾岩分布于铅锌矿体的上盘, 构成矿体顶板。角砾岩厚 $3 \sim 5$ m, 为 E_{1a} 的一部

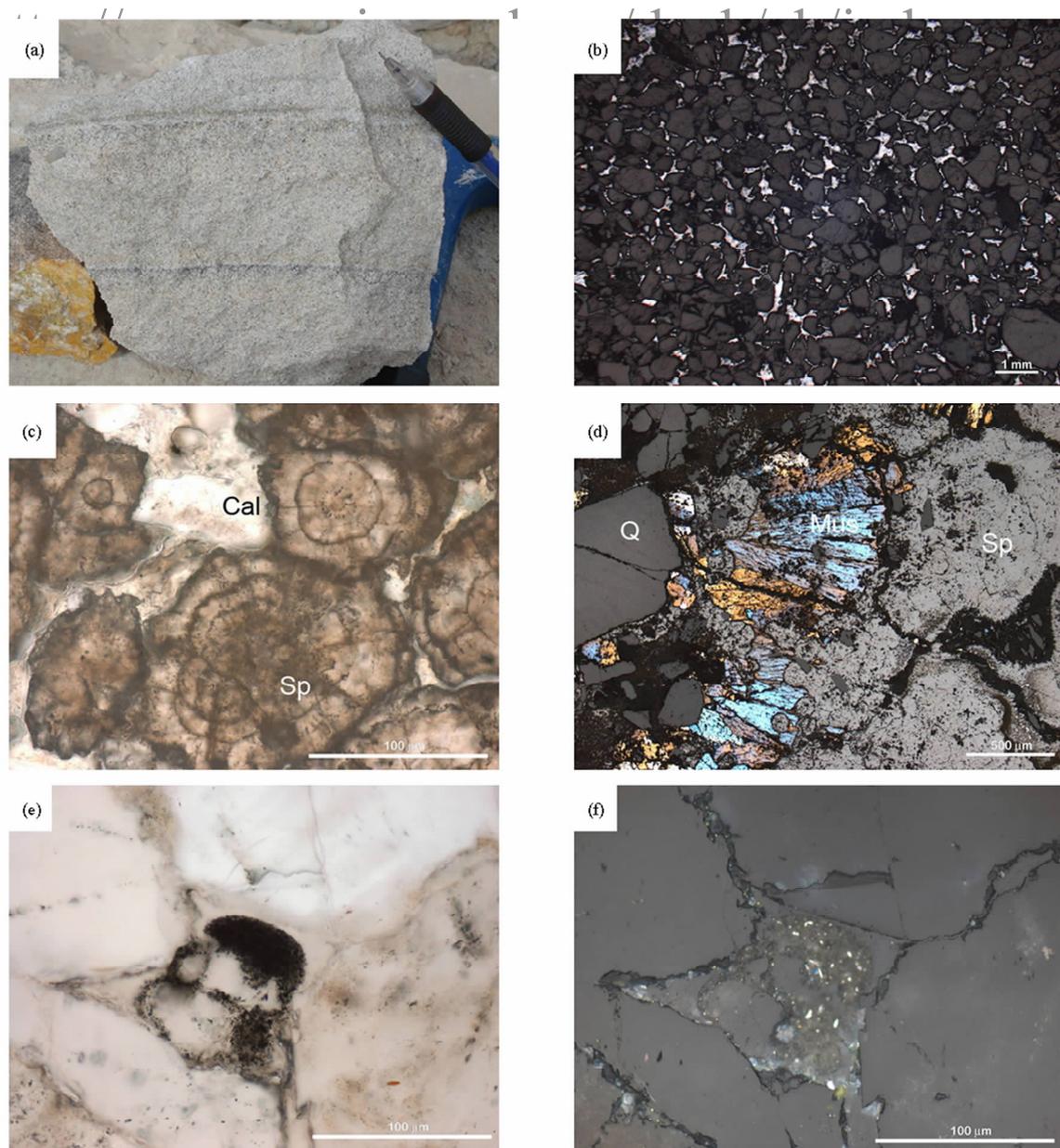


图 5 铅锌矿石的结构特征

Fig. 5 Texture of the sandstone-type Pb-Zn ore, Wulagen deposit

(a) 一条带状矿石, 闪锌矿、方铅矿沿斜层理分布; (b) 一砂岩型矿石, 砂状结构, 反射率高者为方铅矿、闪锌矿, 反射光, 单偏光; (c) 一闪锌矿的环带, 透射光, 单偏光。Cal—方解石, Sp—闪锌矿; (d) 一放射状生长的白铁矿(Mus, 表面氧化), 与胶状闪锌矿(Sp)共生; (Q)—石英砂粒。反射光, 单偏光; (e) 一有机质液泡分布于砂粒间, 黑色物质为有机质微粒, 透射光, 单偏光; (f) 同(e) 一高反射率者为闪锌矿, 反射光, 单偏光

(a)—Banded ore, sphalerite and galena distribute along oblique bedding; (b)—sandstone texture, the white is galena, grey is sphalerite, reflecting light; (c)—colloform, rhythmically banded sphalerite(Sp), Cal= calcite, transmitted light; (d)—muscovite (Mus) and colloform sphalerite (Sp); (Q)—quartz sand, reflecting light; (e)—liquid inclusion rich in organic particle(black), transmitted light; (f)—same as (e)—white is sphalerite, reflecting light

分,角砾为白云岩,大小不一,直径 1~20cm,在角砾岩顶部附近可到上部层位的灰绿色泥岩角砾,胶结物主要是白云岩、泥质、碎屑等。角砾的分布与铅锌矿化有密切空间关系,分布范围与铅锌矿化的范围一致。一般在铅锌矿化较强的地带,角砾也较发育。角砾岩与膏盐层过渡,有时是膏盐层的一部分。

角砾岩的层位与 E_1a 膏盐层完全一致,在矿床外围地区,区域上 E_1a 膏盐层厚 30~110m,其中夹白云岩薄层,为区域标志层。在乌拉根矿区邻区,出现部分角砾,膏盐层层理破坏。在乌拉根矿区,尤其是矿化地段, E_1a 层位中的石膏分部消失,代之以角砾岩,厚度也大幅减小。角砾主要成分与膏盐中的

<http://www.geojournals.cn/dzxb/ch/index.aspx>

表1 乌拉根矿床23线主巷道岩石Sr、C、O同位素结果
Table 1 Sr, C and O isotope data from the 23 line section, Wulagan deposit

序号	样号	剖面位置(m)	岩性名称	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	误差 2σ	$\delta^{13}\text{C}_{\text{V-PDB}}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}_{\text{V-SMOW}}(\text{‰})$
1	TXP2-4	20	紫红色砂岩砾岩夹泥岩	0.712845	0.000011	-5.4	25.0
2	TXP2-13	150	灰白色含砾砂岩	0.723226	0.000011	-5.1	27.9
3	TXP2-17	170	灰白色含砾砂岩	0.717445	0.000009	-6.3	26.5
4	TXP2-21	190	灰白色含砾砂岩	0.724892	0.000012	-5.3	31.9
5	TXP2-25	210	灰白色含砾砂岩(PbZn矿层)	0.722912	0.000014	-7	22.9
6	TXP2-29	230	灰白色砂砾岩(PbZn矿层)	0.718823	0.000010	-7.7	23.1
7	TXP2-33	250	灰白色浅紫色泥质砂岩	0.712979	0.000013	-5.3	28.5
8	TXP2-36	265	灰白色含砾砂岩(PbZn矿层)	0.728224	0.000012	-7.3	20.9
9	TXP2-38	275	灰白色砂砾岩(PbZn矿层)	0.721384	0.000045	-1.7	25.8
10	TXP2-40	283	白云质角砾岩(E _{1a})	0.709724	0.000014	0.5	21.1
11	TXP2-41	286	灰黄色石膏泥灰岩(E _{1-2q})	0.708827	0.000017	4.2	29.5
12	TXP2-46	365	灰绿色介壳灰岩(E _{2k})	0.708166	0.000011	0.8	26.9

测试单位:核工业北京测试中心,2008。

白云岩夹层成分完全一致。因此,可以推断角砾岩属E_{1a}膏盐层石膏溶解坍塌的结果,属坍塌角砾岩。

3.3 Sr、C、O同位素

对乌拉根矿床这套灰紫色、灰白色砂砾岩及上部泥灰岩、灰岩的Sr、C、O同位素进行了系统分析测试(表1),分析对象为岩石中的碳酸盐,溶样介质为0.02 mol/L HNO₃。结果表明(图6),随着紫色砂砾岩的褪色蚀变形成灰白色砂砾岩,出现铅锌异常,并向剖面上部铅锌含量逐渐增高,而残留在其中的紫色泥质细砂岩其含量仍很低。与此相伴随, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比值由0.712845(紫色砂岩)增高至0.720~0.728,盖层中的沉积碳酸盐岩仍为0.718~0.710;砂砾岩的 $\delta^{13}\text{C}_{\text{V-PDB}} = -5.1\text{‰} \sim -7.3\text{‰}$,随褪色蚀变和矿化的增强而降低,整体上都低于上部的泥灰岩、介壳灰岩(0.5~4.2‰),其中,砂岩顶部的样品(TXP2-38) $\delta^{13}\text{C} = -1.7\text{‰}$,明显高于主要的砂砾岩样品,显示已受到上部角砾岩的化成学的影响。褪色砂砾岩及含矿砂岩的 $\delta^{18}\text{O}$ 也明显不同于紫色砂岩和上部沉积岩,灰白色砂砾岩 $\delta^{18}\text{O}$ 更低。

C、O、Sr同位素均表现出褪色砂砾岩与河湖沉积的克孜勒苏群以及上部层位中的灰岩、泥灰岩的差异性,显示出外来流体活动特点。

乌拉根矿床5件方铅矿硫同位素组成为 $\delta^{34}\text{S} = -17.7\text{‰} \sim +14.6\text{‰}$,分布范围很宽,与塔木一卡兰古铅锌矿带相似(祝新友等,1998),与国内外MVT铅锌矿床可类比。

3.4 成因的讨论

目前,乌拉根矿床成因的主导观点仍是喷流沉

积型(蔡宏渊,2002;邓贵安,2003;李丰收等,2005等)、热卤水型(高珍权,2002)。赋矿的下白垩统克孜勒苏群砂砾岩属干燥气候下陆相河湖沉积(江德昕,2007),即便局部地区含有少量海相成分(郭宪璞等,2002),也不具备喷流沉积的条件。矿体中局部存在的“条带状”构造,实际上是硫化物沿渗透性好的斜层理分布形成的,是交代的产物,与沉积作用无关。矿石呈砂状或浸染状结构,矿体是褪色砂砾岩的一部分,边界由品位确定。同时,闪锌矿的胶状、环带状结构均显示出后生低温热液作用的特点,硫化物的沉淀富集与围岩的沉积作用无直接关系。

由于成矿期矿物结晶差,乌拉根矿床方解石与白云石中的流体包裹体均很细小,直径一般 $<5\mu\text{m}$,气液比 $<5\%$,均为纯液相或液相包裹体。闪锌矿的胶状结构及浅色特点也显示成矿温度很低。通过石英砂砾中相似特点的次生流体包裹体测温,均一温度范围为50~102℃(张君峰等,2005),按正常的地热梯度计算,相当于1000~2000m的深度,与上覆古新统的厚度大体一致。

成矿物质运移和聚集与有机质存在密切的关系,含矿砂砾岩中广泛存在富含有机质的液泡,K₁k₂砂砾岩在矿区及区域上存在多处油苗,是区域内最重要的储油(气)层,也是阿克莫木气田(100亿立方米)的储气层(张君峰等,2005;黄智斌等,2004;赵孟军等,2003)。有机质尤其是沥青质的出现是MVT铅锌矿床的一个重要标志(刘文均等,1999;王安建等,2007)。

矿体上盘的角砾岩分布范围与矿化范围大体一致,是成矿过程中膏盐层溶解的结果,部分硫酸盐还原提供的硫将导致金属的沉淀富集。

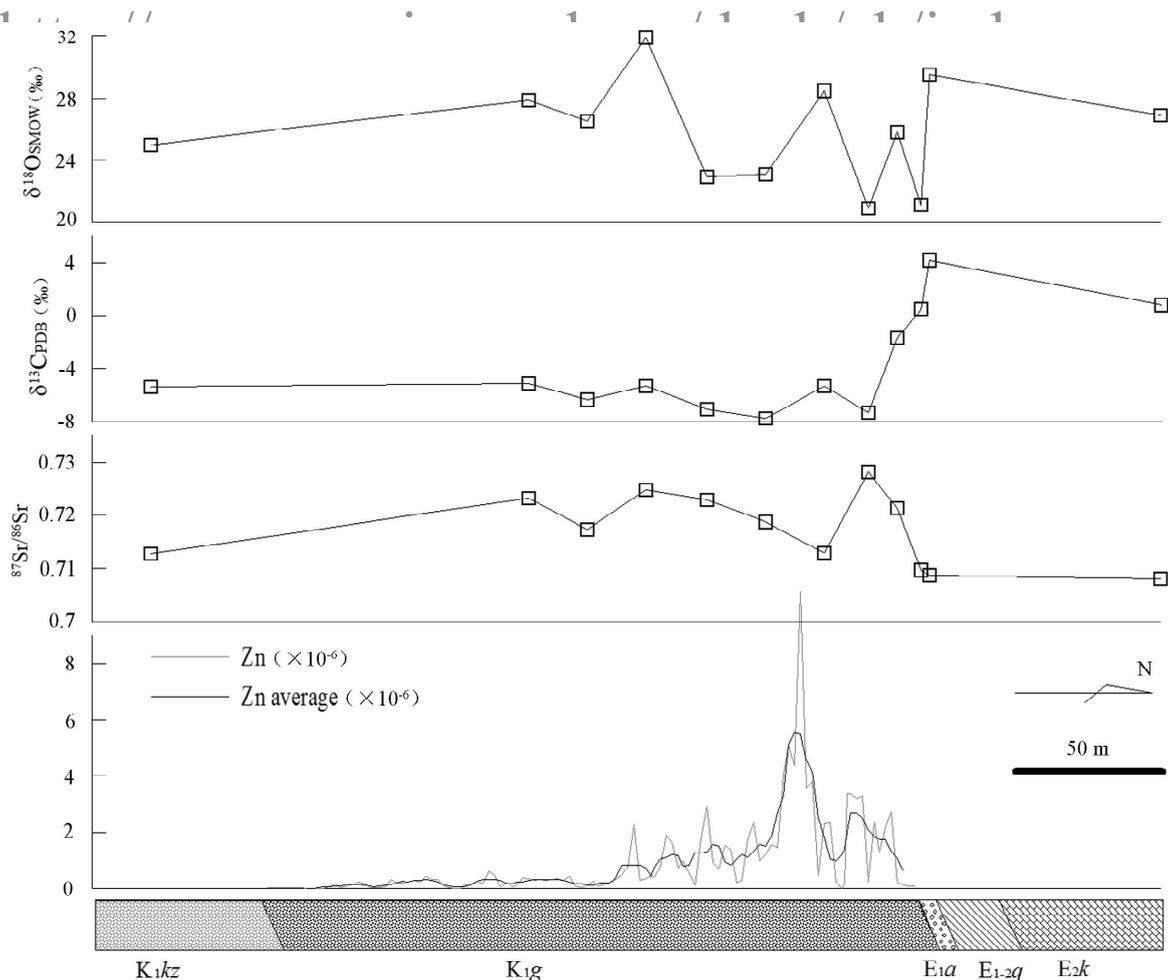


图6 乌拉根矿床南矿带23线坑道地球化学剖面

Fig. 6 The geochemical section of 23 line, south belt, Wulagen Pb-Zn deposit

K₁g—克孜勒苏群灰白色砂砾岩, δ¹³C、δ¹⁸O 单位‰。PbZn 含量为刻槽矿石分析结果

K₁g—Grey sandstone and conglomerate of Kizilsu Group. δ¹³C、δ¹⁸O is in per mil. The data of Pb and Zn is the result of groove ore sample

张有喻(2004)、张君峰等(2005)等在阿克1井储集层段砂岩获得的自生伊利石 K-Ar 年龄值集中于 38.55~32.6Ma 和 23.32~18.79Ma 两段,前者相当于渐新世(巴什布拉克沉积期),后者相当于中新世早期(克孜洛伊沉积期),这与渐新世巴什布拉克组(E₃-N₁b) — 中新世克孜洛伊组(N₁k)间的平行不整合(小角度不整合)相对应。铅锌矿的成矿时代与形成早期油藏的时代是大体一致的,均与早期喜马拉雅运动(渐新世晚期)有关,西昆仑的北移与西南天山相连,切断了盆地与海洋间的广泛连通,古地中海的向西消退形成了塔里木盆地(郝诒纯等, 2002)。该构造运动造就了塔里木盆地及其内部的盆地卤水活动,富含金属物质的油田卤水大规模沿 K₁kz 砂砾岩层活动并与围岩发生物质交换,最后在有利部位因低价态硫的加入或与富低价态硫的流体混合,形成矿床。

塔西南地区的铅锌矿化、铀矿化的成矿具有高度的统一性,包括乌拉根、江结尔、霍什布拉克、塔木、卡兰古等具有密切的成因联系,均与中新世喜马拉雅隆起、塔里木盆地形成过程中油气的运移有着密切的关系。塔木—卡兰古矿铅锌矿带大体属 MVT 类型(祝新友等, 1998, 1999),乌拉根矿床属于砂岩型,总体上也属于 MVT 的一个亚类型(祝新友等, 2008)。

4 结论

乌拉根铅锌矿床属砂岩容矿的低温热液矿床,成矿作用与区域性的盆地油田卤水活动有关,成矿流体即油田卤水,它提供了成矿的金属物质。卤水沿下白垩统紫色砂砾岩层的流动形成区域性的褪色蚀变现象。控制卤水活动的是有利地层组合,即下部高透水性岩石与上部相对不透水的岩石。成矿作

用过程中矿体上叠石膏层石膏的大规模溶解,经生物还原提供了大量的还原性硫,导致硫化物的沉淀成矿,并在矿体上盘形成坍塌角砾岩。矿床形成于中新世喜马拉雅运动早期,属于砂岩型铅锌矿床或砂岩容矿的MVT铅锌矿床。

致谢:新疆金旺公司在本项目野外工作中给予了大力支持。参加本项目工作的还有新疆鑫汇矿业公司的杨金明、吴向伟、钟文波、刘宏林等人,在此表示衷心感谢。

注 释

- ① 新疆冶金702队. 1962. 新疆乌恰县乌拉根铅锌矿床勘查报告.
- ② 钟文波. 2008. 新疆乌恰县乌鲁干塔什铅锌矿地质普查报告.

参 考 文 献

蔡宏渊,邓贵安,郑跃鹏. 2002. 新疆乌拉根铅锌矿床成因探讨. 矿产与地质, 16(1):1~5.

邓贵安,蔡宏渊. 2003. 霍什布拉克铅锌矿床成因研究. 矿产与地质, 17(6):687~691.

陈广坡,徐国盛,王天奇,马龙,石兰亭,郑长龙. 2008. 论油气成藏与金属成矿的关系及综合勘探. 地学前缘(中国地质大学(北京);北京大学), 15(2):200~206.

董连慧,庄道洋,冯京,张良臣. 2007. 新疆层控型铅锌矿. 新疆地质, 25(4):339~345.

郝治纯,关绍曾,叶留生,黄有元,周永昌,关世桥. 2002. 塔里木盆地西部地区新近纪地层及古地理特征. 地质学报, 76(8):289~298.

高珍权,刘继顺,舒广龙,匡文龙,胡江春. 2002. 新疆乌恰铅锌矿床成矿的地质条件及成因. 中南工业大学学报(自然科学版), 33(2):116~120.

郭宪璞,丁孝忠,何希贤,李汉敏,苏新,彭阳. 2002. 塔里木盆地中新世海侵和海相地层研究的新进展. 地质学报, 76(8):299~307.

黄福堂. 1998. 油田地层水中微量金属元素的组成与分布特征研究. 国外油田工程, 6:19~21.

黄智斌,杜品德,谭泽金,高琴琴,李猛,詹家祯. 2004. 塔里木盆地阿克1井二叠纪孢粉地层及其地质意义. 地层学杂志, 28(1):81~86.

江德昕,王永栋,魏江. 2007. 新疆乌恰早白垩世孢粉植物群及其环境意义. 古地理学报, 9(2):185~196.

贾承造,张师本,吴绍祖. 2006. 塔里木盆地及周边地层(下). 北京:地质出版社, 378~428.

李丰收,王伟,杨金明. 2005. 新疆乌恰县乌拉根铅锌矿床地质地球化学特征及其成因探讨. 矿产与地质, 19(4):335~340.

刘文均,郑荣才,李元林,高玲. 1999. 花垣铅锌矿床中沥青的初步研究—MVT铅锌矿床有机地化研究(I): 沉积学报, 17(1):19~27.

邵龙义,罗文林,顾家裕,鲁静,何志平,贾进华,刘永福,张丽娟,肖中尧. 2007. 塔里木盆地古近系层序地层研究. 古地理学报, 9(3):283~292.

王宏建,高兰,刘俊来,曹殿华,修群业,范世家. 2007. 论兰坪金顶超大型铅锌矿容矿角砾岩的成因. 地质学报, 81(7):891~897.

王书来,汪东波,祝新友. 2001. 塔里木西南缘MVT型铅锌矿床流体包裹体研究. 矿产与地质, 15(4):238~241.

王书来,汪东波,祝新友,王京彬,彭省临. 2002. 新疆塔木—卡兰古铅锌矿床成矿流体地球化学特征. 地质地球化学, 30(4):34~39.

王书来,祝新友,汪东波. 1999. 新疆塔木—卡兰古铅锌矿带地质和包裹体特征. 地球学报(增刊), 20, 255~259.

王清华,胡煜昭,刘胜,钟端,杨芝林,杨云龙,黄智斌,张桂权. 2003. 塔里木盆地喀什凹陷北部露头区油气地质. 北京:石油工业出版社, 154~160.

谢世业,莫江平,杨建功,杨金明. 2003. 新疆乌恰县乌拉根新生代热卤水喷流沉积铅锌矿成因研究. 矿产与地质, 17(1):11~16.

薛春纪,Chi Guoxiang,陈毓川,曾荣,高永宝, Qing Hairuo. 2007. 西南三江兰坪盆地大规模成矿的流体动力学过程—流体包裹体和盆地流体模拟证据. 地学前缘(中国地质大学(北京);北京大学), 14(5):147~157.

张君峰,王东良,王招明,李欣,苏雪峰. 2005. 喀什凹陷阿克莫木气田天然气成藏地球化学. 天然气地球化学, 16(4):507~513.

张有瑜, Horst Zwingmann, Andrew Todd, 刘可禹, 罗修泉. 2004. 塔里木盆地典型砂岩油气储层自生伊利石 K-Ar 同位素测年研究与成藏年代探讨. 地学前缘, 11(4):637~648.

赵孟军,王招明,宋岩,张水昌,肖中尧,王清华,秦胜飞. 2005. 塔里木盆地喀什凹陷油气来源及其成藏过程. 石油勘探与开发, 32(2):40~54.

赵孟军,夏新宇,秦胜飞,宋岩,柳少波,刘胜,邱斌,杨芝林. 2003. 塔里木盆地阿克1井气藏气源研究. 天然气工业, 23(2):31~33.

祝新友,汪东波,王书来. 新疆阿克陶县塔木—卡兰古铅锌矿带矿床地质及硫同位素特征. 1998. 矿床地质, 18(3):204~214.

祝新友,汪东波,王书来. 1999. 新疆阿克陶县塔木—卡兰古铅锌矿带矿床地质特征. 地球学报(增刊), 20:249~254.

祝新友,汪东波,王书来. 1997. 新疆塔木—卡兰古MVT铅锌矿带地质特征. 有色金属矿产与勘查, 6(4):202~207.

祝新友,汪东波,王书来. 1999. 新疆塔里木盆地西南缘铅锌矿找矿潜力分析. 有色金属矿产与勘查, 8(6):413~416.

祝新友,王京彬,童随友. 2008. 新疆塔西南地区盆地卤水活动与乌拉根铅锌矿床成因. 见:陈毓川,主编. 主攻深部挺进西部放眼世界—第九届全国矿床会议论文集. 北京:地质出版社, 357~358.

Appold M S, Garven G. 2000. Reactive flow models of ore formation in the southeast Missouri district. Economic Geology, 95: 1605~1626

Happer D D, Borrok A M. 2007. Dolomite fronts and associated zinc-lead mineralization, USA. Economic Geology, 102:1345~1352

Plumlee G. S., Leach D. L., etc. 1994. Chemical reaction path modeling of ore deposition in Mississippi valley-type Pb-Zn deposits of the Ozark region, U. S. midcontinent; Economic Geology, 89:1361~1383.

<http://www.geojournals.cn/dzxb/ch/index.aspx>

Geologic Characteristics and the Genesis of the Wulagen Lead-zinc Deposit, Xinjiang, China

ZHU Xinyou^{1,2)}, WANG Jinbin^{1,2)}, LIU Zengren³⁾, FANG Tonghui^{1,2)}

1) *Beijing Institute of Geology for Mineral Resources, Beijing, 100012*; 2) *China Non-ferrous Metals Geological Survey, Beijing, 100012*; 3) *Xinjiang Xinhui Mineral Corporation, Urumqi, 830000*

Abstract

Wulagen lead-zinc deposit is located in the northern part of the southwest depression of Tarim basin, Wuchia County, Xinjiang. It is considered as a sandstone-hosted type deposit with the proved and prospective Pb-Zn reserves >10 Mt (Pb-Zn of 3.62%). The layered orebodies more than >3 km long and 10~50m wide occur between the Lower Cretaceous Kizilsu Group (K_1kz) of the red sandstone and the thick gypsos of Paleocene Aertashi Formation. It's grey in color, mainly due to decolored alteration and mineralization of red sandstones, which overlies widely K_1kz in the north of the depression, and 140km in length and 100~300m in width. The hangingwall of the ore is breccias rock resulting from collapsed dissolving gypsos. The light brown sphalerite, galena, minor marcasite, pyrite and chalcopyrite are very fine or colloid structure contaminated in the cement of the sandstone. Minor coarse-grained galena occurs in vein. The gangue minerals include calcite, dolomite and some sericite, etc. There are a lot of asphalt and organic matter in the fluid inclusion in the lead-zinc ore, which shows that the migration and precipitation of lead and zinc is related closely to that of oil and gas. The lead-zinc deposit is result of regional migration of the basin brine when the Tarim basin was separated from paleo-Mediterranean during early Himalayan movement, in Oligocene-Miocene. The lead and zinc of the deposit precipitated from the basin brine, while the sulfur of the ore was likely derived from the bacteria reduction of sulfate from the dissolving gypsock of the hangwall. The genesis of the deposit belongs to epithermal type related to basin brine.

Key word: Xinjiang; lead-zinc deposit; basin brine; MVT; sandstone hosted deposit; the origin of deposit