

## 与同生成矿作用有关的矿床

## 北祁连吊大坂铅锌矿床特征及成因探讨\*

王志良<sup>1</sup> 毛景文<sup>1</sup> 杨建民<sup>1</sup> 张招崇<sup>2</sup> 张作衡<sup>1</sup>

(中国地质科学院, 北京: 1 矿床地质研究所, 2 地质研究所)

**提 要:** 吊大坂铅锌矿床位于吊大坂-大东沟古裂谷带, 古裂谷带主要由中元古界朱龙关群组成。朱龙关群是一套富含铅锌硫化物的矿源层。矿体产于加里东晚期花岗岩体的旁侧, 明显受层间断裂控制。同位素特征表明, 参与成矿的硫主要为地层硫; 矿石铅主要来自地幔, 少量来自造山带。通过矿床地质和地球化学研究, 初步认为吊大坂铅锌矿床的成因是中元古代形成的矿源层(朱龙关群), 在加里东晚期受花岗岩浆的侵位影响产生含矿热液对流循环系统, 最后在有利构造部位富集成矿。

**关键词:** 热液型铅锌矿床 地质地球化学 北祁连吊大坂

吊大坂铅锌矿床位于甘肃省肃南裕固族自治县祁青乡, 1965年由甘肃省地质局区测二队进行1:20万区调工作时发现, 1995年甘肃省地矿局酒泉地调队对矿床进行了普查, 初步确定为小型规模。1997年作者对该矿床进行了野外调研工作。本文通过对吊大坂铅锌矿床地质-地球化学的研究, 探讨其成因。

## 1 成矿地质背景

吊大坂铅锌矿床位于北祁连加里东优地槽褶皱带西段的中元古代早期大东沟-吊大坂裂谷带中(图1), 此裂谷带演化受其两侧规模大且多期活动的逆断层控制。矿区断裂构造发育(图2), 层间褶皱及小揉皱十分发育, 表明矿区遭受了强烈挤压及塑性变形。断裂主要有两组, 一组为NW-SE向, 为矿区主要断裂, 与成矿关系密切, 另一组为近SN向, 它使岩层发生明显的水平位移, 对矿体有破坏作用。

矿区出露地层主要为中元古界朱龙关群, 其次为下元古界北大河群、石炭系、第三系及第四系。矿体赋存于朱龙关群绿泥绢云千枚岩中。根据丁启福(1995)资料<sup>①</sup>, 朱龙关群千枚岩的铅丰度值大于 $2000 \times 10^{-6}$ , 而沉积岩中页岩+粘土的Pb平均丰度值为 $20 \times 10^{-6}$ (维诺格拉多夫, 1962), 可见朱龙关群千枚岩中铅的丰度高于同类岩石克拉克值100倍, 显示为铅锌矿床的矿源层。

\* 本文系国家计委科技找矿项目“北祁连西段铁铜金铅锌矿床成矿规律及成矿预测”(JG9471902)的部分内容  
王志良, 男, 1964年生, 助理研究员, 主要从事矿床地质研究。邮政编码: 100037

① 丁启福, 1995, 甘肃省肃南裕固族自治县吊大坂铅锌矿普查地质报告

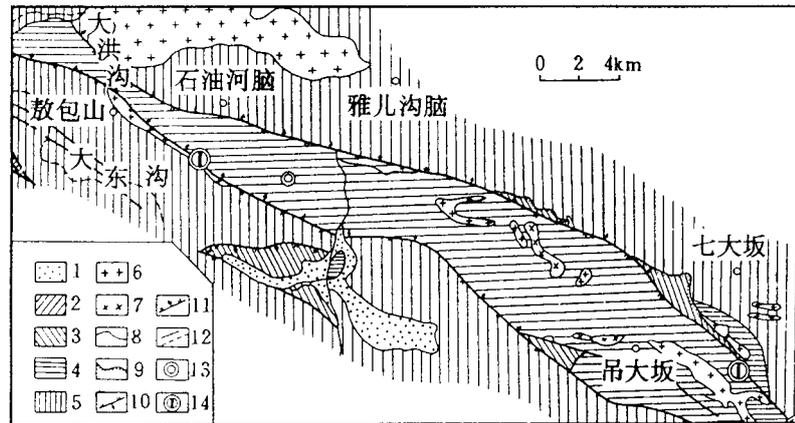


图1 吊大坂-大东沟区域地质略图

(据甘肃省酒泉地调队1993年资料编绘)

1—第四系；2—二叠系；3—石炭系；4—中元古界朱龙关群；5—下元古界北大河群；6—花岗岩类；7—超镁铁岩类；8—地质界线；9—不整合界面；10—逆断层；11—正断层；12—推测或性质不明断裂；13—铅锌矿点；14—铅锌矿床。  
右下方为本矿床

区内岩浆活动较频繁，主要有花岗岩浆侵入（图1），邹治平（1988）<sup>①</sup>利用 Rb-Sr 同位素测得花岗岩体的年龄为  $441.9 \times 10^6$  a，我们利用 Re-Os 同位素测得花岗岩体凝固晚期年龄为  $462 \times 10^6$  a，这说明花岗岩体的侵入时代为加里东晚期。对岩体岩石作了化学分析，并按 Chappell and white<sup>[3]</sup>的花岗岩成因划分标准，岩体落入 S 型花岗岩的范畴，即是地壳重熔花岗岩类。铅锌矿床分布于花岗岩体的旁侧，大致可说明花岗岩浆的侵入或与之相伴随的热液活动与本矿床的形成有着某种成因联系。

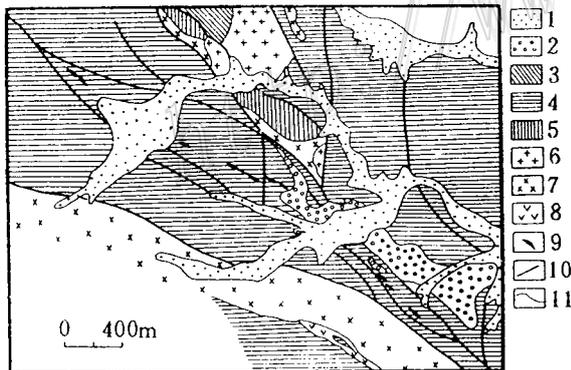


图2 吊大坂铅锌矿区地质略图

(据甘肃省酒泉地调队1972年资料编绘)

1—第四系；2—第三系；3—石炭系；4—中元古界朱龙关群；5—下元古界北大河群；6—花岗岩类；7—超镁铁岩类；8—辉长岩类；9—铅锌矿体；10—断裂；11—地质界线

## 2 矿床地质特征

### 2.1 矿体的形态、规模和产状

矿区已圈定了一系列矿体，它们呈大小不等的透镜状、脉状、囊状，形态不规则，沿走向和倾向方向常有分支、收缩及膨胀现象，矿体产状与含矿围岩一致。矿体由于受构造控制，有切穿层面现象，边缘呈锯齿状，与围岩界线清晰。矿体单工程见矿厚度为 0.7~8 m，平均厚度为 1.05~3.15 m，长度为 70~214 m。Pb 品位为 2.6%~19.65%，Zn 平均

① 邹治平等, 1988, 甘肃省肃北蒙古族自治县塔儿沟钨矿矿床特征

品位为 1.51%。

## 2.2 矿石的物质成分

矿石的物质成分: 吊大坂铅锌矿床主要金属矿物为方铅矿、闪锌矿、磁铁矿、黄铁矿和黄铜矿等, 脉石矿物主要有石英、方解石、绿泥石和重晶石等。对铅锌矿石中的方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、黄铜矿作了电子探针分析, 结果列于表 1。

黄铁矿的 Co 含量低于检测极限未给出, 而镍给出了含量, 可见黄铁矿的钴镍比很低, 这与沉积型矿床黄铁矿中的钴镍比(平均 0.63)<sup>[1]</sup>相吻合。

表 1 吊大坂矿床金属硫化物电子探针分析结果 (%)

样号	分析矿物	Sb	Te	Bi	Pb	S	Zn	Cu	Fe	Σ
DD2	方铅矿	-	-	-	86.45	13.30	-	-	-	99.75
DD5	方铅矿	-	-	-	86.37	13.35	-	-	-	99.72
DD1	闪锌矿	-	-	0.108	0.104	32.585	66.977	0.024	0.213	100.011
DD2	闪锌矿	0.048	0.055	0.211	-	33.376	68.037	-	0.212	101.939

样号	分析矿物	S	Cu	Si	Ni	Fe	Σ
DD12-4	黄铁矿	53.193	-	0.157	0.097	46.545	99.992
DD12-4	黄铁矿	53.654	0.109	0.129	0.177	45.931	100.00
DD12-4	黄铜矿	35.145	34.540	0.164	-	30.147	99.996
DD12-4	黄铜矿	34.923	34.520	0.092	-	30.406	99.941

注:“-”低于检测极限;由核工业地质研究院范光测定

## 2.3 矿石的结构构造及成矿阶段

(1) 矿石的结构主要为半自形—他形粒状结构和交代残余结构;矿石的构造主要为浸染状构造、块状构造和网脉状构造。

(2) 成矿阶段: 根据矿石的结构构造及矿物共生组合, 可将本矿床的形成分为 3 个成矿阶段: ① 沉积成岩成矿阶段。经沉积成岩作用在中元古界朱龙关群中形成浸染状铅锌矿石; ② 石英-金属硫化物成矿阶段。为主成矿阶段, 形成致密块状铅锌矿石; ③ 金属硫化物-方解石成矿阶段。形成细脉状和网脉状矿石。

## 3 同位素地球化学特征

### 3.1 硫同位素

对本矿床做了 7 件方铅矿单矿物的硫同位素分析(表 2), 它们均以富集重硫为特征,  $\delta^{34}\text{S}$  变化范围介于 10.4‰~17.0‰之间, 极差为 6.6‰, 平均值为 13.1‰。 $\delta^{34}\text{S}$  值较接近于古代海水硫酸盐的  $\delta^{34}\text{S}$ (20‰)。含矿地层朱龙关群形成于中元古代海水沉积环境。硫同位素

表 2 吊大坂铅锌矿床方铅矿硫同位素分析结果

样号	DD1	DD2	DD3	DD4	DD5	DD6	DD7
$\delta^{34}\text{S}_{\text{CDT}}/\text{‰}$	10.4	17.0	13.6	13.0	11.3	10.9	15.7

注: 由中国地质科学院矿床所白瑞梅等分析

特征反映出地层硫参与了成矿作用。

### 3.2 铅同位素

本矿床的铅同位素分析结果见表3,方铅矿铅同位素特征为: $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 为16.697~16.822,变化为0.7%; $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 为15.3551~15.524,变化为1.1%; $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 为36.031~36.553,变化为1.4%,可见矿石铅同位素组成较均一,按单阶段演化正常铅模式,求得本矿床铅模式年龄为 $1000 \times 10^6$  a左右,这一年龄小于含矿层朱龙关群的年龄 $1800 \times 10^6$  a左右<sup>[2]</sup>,大于加里东晚期花岗岩浆侵入时代 $450 \times 10^6$  a左右(前述),它不代表成矿年龄。由此可见,本矿床的矿石铅不是单阶段演化的正常铅,而是含放射成因Pb低的异常Pb,与地幔铅同位素特征相似,故推断Pb主要来源于地幔,但不排除在加里东晚期的热液改造过程中混入了少量造山带的铅。

表3 吊大坂方铅矿铅同位素特征

样号	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$
DD1	16.712 ± 7	15.412 ± 8	36.167 ± 21
DD2	16.697 ± 8	15.3758 ± 61	36.087 ± 15
DD3	16.7600 ± 26	15.4271 ± 33	36.252 ± 10
DD4	16.822 ± 8	15.524 ± 10	36.553 ± 31
DD5	16.7019 ± 52	15.3551 ± 48	36.031 ± 12
DD6	16.7081 ± 50	± 15.3964 ± 47	36.142 ± 12
DD7	16.7366 ± 24	15.4136 ± 28	36.195 ± 8

注:误差为2σ;由中国地质科学院地质所赵敦敏、张巧大等分析

## 4 矿床成因探讨

在中元古代早期,区域上为小洋盆,尔后逐渐演变成裂谷带。裂谷发育初期火山活动较弱,断陷盆地发育,这为铅锌初始富集形成矿源层提供了有利场所,来自古陆风化物中的Pb、Zn随海水不断进入盆地,并堆积于沉积物中,随着沉积成岩作用的结束,形成富含铅锌硫化物的矿源层(朱龙关群绿泥绢云千枚岩)。在加里东晚期,区内构造-岩浆活动强烈,在矿区南北两侧大的逆断层附近发生了花岗岩浆的侵入,它们不仅发生热效应作用,而且其派生的岩浆期后热液与下渗大气降水混合构成对流循环系统,对流循环系统不断地从朱龙关群(矿源层)中萃取Pb、Zn组分,致使混合流体中的成矿元素逐渐增加,当它们沿构造裂隙上升时,一方面压力降低发生沸腾作用,其挥发组分向外逸散,另一方面,温度的降低和持续的还原环境,使混合流体中的Pb、Zn络合物发生分解并与硫结合,最终在有利构造部位沉淀成矿。

### 参 考 文 献

- 1 黄典豪,丁孝石,吴澄宇等.蔡家营铅-锌-银矿床.北京:地质出版社,1992,62.
- 2 毛景文,张招崇,杨建民等.北祁连山西段前寒武纪地层单颗粒锆石测年及地质意义.科学通报,1997,42(13):1414~1417.
- 3 Chappell B W and white A J R. Two contrasting granite types. Pacific Geology, 1974, 8: 173~174.