

霍各乞铜铅锌矿田地质构造

冶金部天津地质研究院 蒋心明*

霍各乞矿田矿床构造极为复杂, 前人有单斜论、向斜论、背斜论、回曲构造论等几种认识。笔者认为, 控制矿田矿床的基本构造格架是回曲构造。

地质简介

霍各乞矿田位于内蒙地轴北缘, 出露的狼山群按岩石组合可分为三个组:

第一组 ($Pt_1 L_1$), 是一套含泥质的砂、砾碎屑岩建造。

第二组 ($Pt_1 L_2$), 是一套主要含泥炭质岩、碳酸盐岩建造。

第三组 ($Pt_1 L_3$), 是由硅泥质组成的一套碎屑岩建造。

霍各乞矿田出露第二组上部和第三组地层, 缺失第一组和第二组下部地层, 为海退沉积旋回沉积岩系。其变质程度达绿色片岩相至铁铝石榴石一角闪岩相低级亚相。

矿田第二组地层从老至新可划分为三个岩段:

(1) 透辉透闪石岩一条带状石英岩段 ($Pt_1 L_1^1$), 主要为透辉透闪石岩、条带状石英岩, 厚60米。

(2) 千枚岩—云母石英片岩段 ($Pt_1 L_2^1$), 主要为千枚岩、云母石英片岩, 厚450米。

(3) 高炭质千枚岩段 ($Pt_1 L_3^1$), 主要为高炭质千枚岩、千枚岩, 厚200米。

第三组主要为石英岩、石英片岩, 与第二组过渡, 厚400米。

矿田构造

本文探讨的霍各乞矿田构造, 只限于在区域变质作用过程中形成的控制矿田矿床的基本构造。

从区域和矿田地质构造看, 矿田构造格架是两期褶曲叠加 (倾向褶曲叠加在走向褶曲之上) 形成的回曲构造 (图1, 2)。

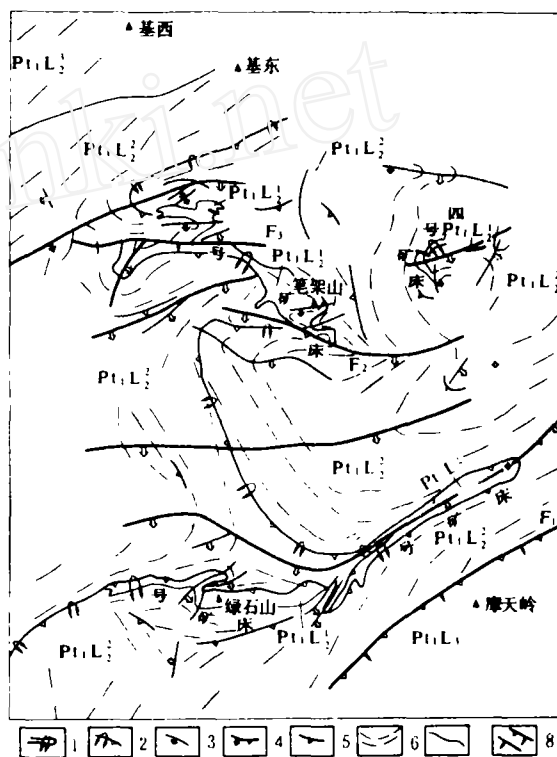


图1 霍各乞矿田回曲构造纲要图

- 1—走向褶曲 (倒转褶曲); 2—走向褶曲—塑性断层;
3—倾向褶曲; 4—倾向褶曲—塑性断层; 5—塑性断层;
6—构造线; 7—地层界线; 8—后期脆性断层或与塑性断层重合; 其他图例同图2

1. 矿田回曲构造

(1) 走向褶曲 矿田可以这样确定走向褶曲的存在:

① 两翼岩层的对称性。走向褶曲的核部为透辉透闪石岩, 向北西为条带状石英岩层, 云母石英片岩, 千枚岩层, 高炭质千枚岩层。在图2西北面紧接大敖包石英片岩、石英岩层; 向南东为条带状石英岩层, 云母石英片岩层 (高炭质千枚岩层因断层缺失), 摩天岭石英片岩、石英岩

* 文中利用了511队和李固然的部份资料。

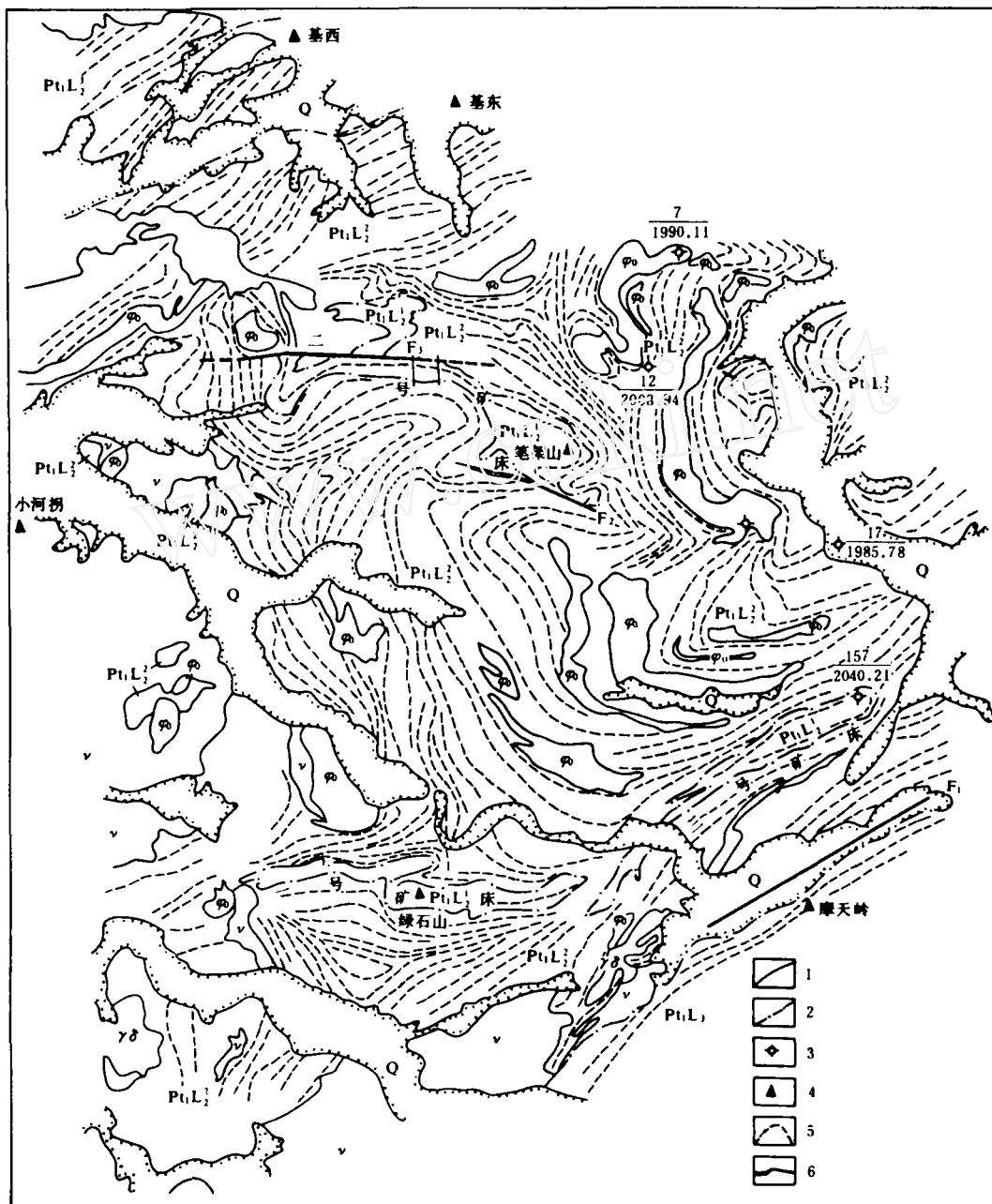


图 2 霍各乞矿田岩层等走向线图

Q—第四系; Pt_1L_1 —狼山群第三岩组; Pt_1L_2 —狼山群第二岩组三岩段; Pt_1L_3 —狼山群第二岩组二岩段; Pt_1L_4 —狼山群第二岩组一岩段; $\gamma\delta$ —花岗闪长岩; v —辉长岩; ϕ —斜长角闪岩; 1—地质界线; 2—地层层分界线; 3—地质测量点; 4—地质三角控制点; 5—岩层等走向线; 6—脆性断层

层。南北地层完全对称，只是南翼云母石英片岩矿物结晶较粗，摩天岭石英岩具有不等粒结构，含泥砂少与北翼地层相区别。这可能是沉积相变或变质程度的差异造成的。一号矿床地层和矿体的对称展布，均反映了走向褶曲的存在（图3）。

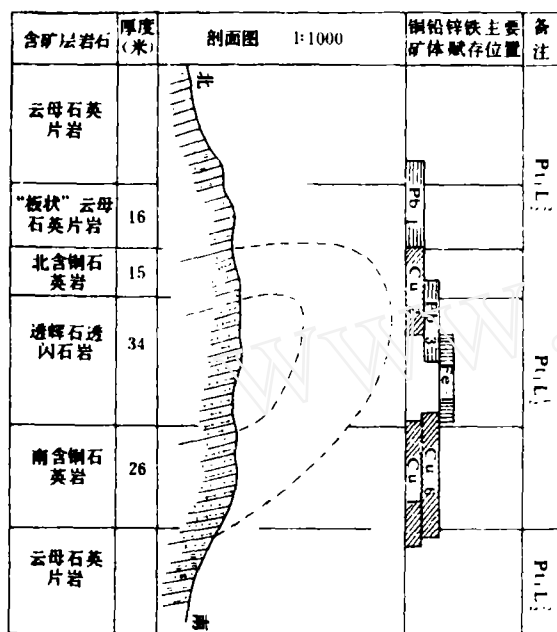


图3 一号矿床走向褶曲

(据511队资料改编)

②大敖包石英岩层与摩天岭石英岩层各自组成紧密同斜向斜并向北西倒转，构成了霍各乞走向褶曲（复背斜）的两翼。

③点群分析可见大敖包石英岩和摩天岭石英岩相似系数很高，近于9（图4），紧密结合为

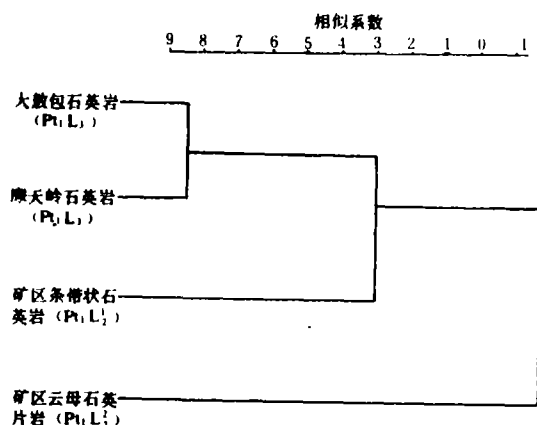


图4 霍各乞矿区石英岩分组谱系图

一组，而与其他石英岩相区别。通过因子分析及各个主因子轴的投影图，大敖包石英岩、摩天岭石英岩也是密不可分，不受任何主因子影响。因此，我们认为大敖包—摩天岭石英岩为同一层位，属 $Pt_1 L_1$ 。

④据航空和卫星照片解译，霍各乞矿田地层展布及外观形象特征是一个背斜构造。

⑤从区域上看，矿田东、西部的石英岩与千枚岩、片岩重复出现，也组成向北西倒转、倾向南东的背向斜构造。矿田以南也屡见不鲜，这与区域构造是一致的。

⑥矿田及外围缺失狼山群第一组及第二组下部地层，这是因复背斜未出露下伏地层所致。

由于岩石性质不同，两翼厚层石英岩表现出第一期褶曲对后期褶曲的控制，而复背斜核部泥质岩和薄层碎屑岩、碳酸盐岩层则表现出受后期倾向褶曲的明显改造。

(2) 倾向褶曲 511队用三年时间，沿岩层走向追索填制了岩层等走向线图（见图2），可以一目了然地看出倾向褶曲的存在。这些倾向褶曲容易看成倾伏褶曲。仔细分析，它们不是次级背斜或向斜的倾伏端，而是倾向褶曲。它们只能反映地层弯曲的形态，而无地层新老的概念。

这里，倾向褶曲与倾伏褶曲是不同的：

①矿田的倾向褶曲轴与控制它的倾向岩层的倾向平行，倾角一致（图5）。而倾伏褶曲轴一般为水平的，与倾伏端岩层斜交。

②在矿田中，倾向褶曲轴常大于 60° ，同一岩层沿走向追索，由于产状接近 90° ，倾伏方向沿地层走向在不同地方是相反的。在垂深上下，褶皱轴也不完全一致。由于是第二期褶曲，新地层可以在背形核部出现，老地层也可以在向形核部露头。而倾伏褶曲产状一般为 $20^\circ \sim 30^\circ$ ，较为平缓，向外逐渐往水平岩层方向变化。背斜岩层向外倾伏，向斜岩层应向内倾伏，据其形态可指示地层的新老。

③矿田的褶曲为波状弯曲和不协调褶曲按其形态可分扇形褶曲、弧形褶曲、舌状褶曲。沿岩层走向追索，找不到对应端褶曲。而倾伏褶曲呈“之”字形弯曲，沿其岩层走向追索，可找到

另一端倾伏褶曲,即走向褶曲应有两个倾伏端。

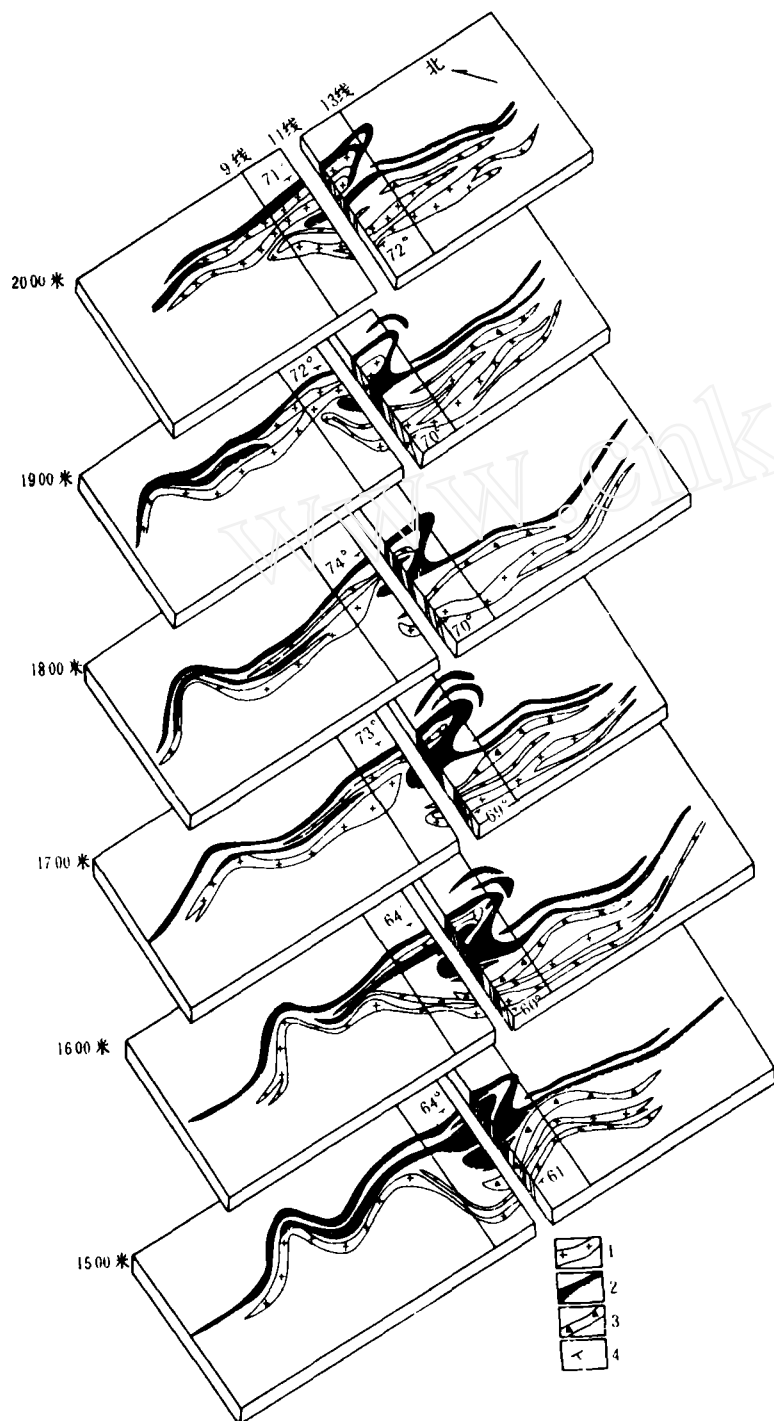


图5 雷各乞矿田一号矿床反S形回曲构造—矿体形态图

1—黄铜矿体; 2—铅锌矿体; 3—磁黄铁矿体; 4—岩层产状

总之,根据走向褶曲、倾向褶曲在矿田内的展布情况,我们可以把 $Pt_1L_1^1$ 岩段作为走向褶曲的轴面,出露地表的 $Pt_1L_1^1$ 岩层作为走向褶曲轴,这样,一号矿床由西往东,在绿石山处经过一个反S倾向褶曲,然后到一号矿床东部,经反S形塑性断层与三号矿床南翼相连。这里,走向褶曲时的塑性断层被倾向褶曲化了,塑性断层与走向褶曲轴重合,走向褶曲也反S倾向褶曲了。三号矿床在东端形成舌形倾向褶曲,北翼又折向西,经马蹄形塑性断层与二号矿床东南端连接。这也是走向褶曲时的塑性断层和走向褶曲轴重合,被倾向褶曲化了。二号矿床由东往西,在笔架山和最西端为两个小型的反倾向褶曲,尔后,往北东方向而去。四号矿床为另一个走向褶曲,被马蹄形倾向褶曲化了。

走向褶曲轴线在矿田中呈复杂的蛇曲状形态,倾向褶曲轴近于直立,前者的形态是后者叠加造成的。

(3) 塑性断层 本矿田的塑性断层伴随回曲构造相当发育。有些塑性断层是形成走向褶曲时产生的,有些是形成倾向褶曲时产生的。后者可强化前者。由于岩石性质不同,岩层间最易发生层间滑动,柔性的泥质岩在刚性的厚层石英岩之间弯曲成蛇曲状;刚性的条带状石英岩、透辉透闪石岩,由于薄层多被挤压成舌状、蛇曲状透镜体楔入泥质岩石中,于是岩层之间出现塑性断层。塑性断层小者一块标本、一个露头即可观其全貌;大者在地质图上能够看到(图6)。它们引起类似不整合、假整合、相变的现象。

①走向褶曲形成的塑性断层。在走向褶曲形成过程中,由于南北挤压强烈,导致有的地层厚度增厚,有的变薄,有的缺失,形成大大小小的塑性断层,使岩层间原有整合过渡变为突变关系。因此,矿田中一、二、三号矿床条带状石英岩、透辉透闪石岩层呈不连续透镜体产出。复背斜南翼高炭质千枚岩层的缺失,也可能是形成走向褶曲时因塑性断层所造成。三号矿床南部的大理岩与基西西部的大理岩(超出图幅)都位于矿

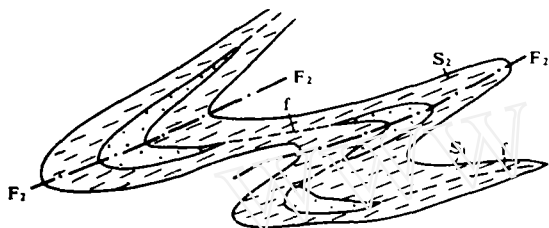


图6 三号矿床东侧塑性断层(f)

田较大的塑性断层之中,与围岩关系不正常。层间塑性断层(或层间滑动)是本矿田较为普遍的现象。斜长角闪岩应是在形成走向褶曲之后,沿其层间塑性断层侵入的。

②倾向褶曲同时形成的塑性断层。主要表现在倾向褶曲形成时所产生的塑性断层。三号矿床北翼的蹄形塑性断层,在绿石山北云母石英片岩透迤往北,与二号矿床东端相连,这是由于倾向褶曲强化走向褶曲的塑性断层,而主要应是倾向褶曲所造成。二号矿床东端与四号矿床之间,顺着云母石英片岩层,在笔架山之东为同一岩层,往北分为两支,一支向北西方向沿二号矿床转,另一支向北北东沿着角闪岩的东边分布,这是看不见的脆性断层的证据,而岩层走向又类似角度不整合;这应是一个塑性断层。二号矿床笔架山正北云母石英片岩和西南的云母石英片岩、透辉透闪石岩、条带状石英岩各形成一个虚脱部位,也是倾向褶曲形成时所产生的塑性断层。二号矿床含矿条带状石英岩、透辉透闪石岩与南部的云母石英片岩走向有一定的交角,但到接触处,二者产状逐渐接近,并一致起来,为类似不整合的塑性断层。

狼山地区据其同位素年龄(K—Ar、Rb—

Sr和U—Pb法)表明,10~16亿年是一次重要的地质变革时期,也是重要的成矿时期。辉长岩的黑云母K—Ar年龄为7.72亿年,控矿的倾向褶曲中方铅矿的年龄为10~16亿年,经对比K—Ar法年龄都小于其他方法的年龄,岩体又有倾向褶曲地层的捕虏体,故可断定辉长岩是在倾向褶曲发生后侵入的。

矿田岩层与岩层之间塑性断层繁多,有的由走向褶曲时产生,有的由倾向褶曲时产生,而窥其全貌,多为二者共同作用的结果。

在区域变质过程中,由于岩石性质、岩石组合及单层厚薄不一样,多次构造运动产生构造叠加,因而造成褶曲型式和方位有明显差异,与同时形成的塑性断层,把矿田构造搅得眼花缭乱。但根据矿田 S_2 与 S_1 的交线 L_2 和 S_1 与 S_0 的交线 L_1 ,把岩层切割为菱形,这就足以证明矿田主要是两期褶曲叠加的结果。

可以设想第一期走向褶曲、第二期倾向褶曲都是在区域变质作用高潮中,在塑性流动变形条件下形成的。它们叠加成为回曲构造——矿田的基本构造。第三期构造在矿区东北部很不发育,以膝折带为特征,表明区域变质和构造运动接近尾声,岩石以脆性变形为主。第四期为节理和断层。本区由于受以后各次构造运动,尤其是海西构造运动的影响,节理和断层常被加强。

2. 矿床回曲构造 霍各乞矿田构造是一个复杂的回曲构造,各矿床也为回曲构造所控制。

(1)一号矿床反S形回曲构造 该回曲构造波及的地层为 $Pt_1L_2^1$, $Pt_1L_2^2$,经勘探证实其轴基本垂直(见图5),局部略向西南倾。两翼岩层倾向南。矿体平面呈反S形,矿床与倾向褶曲产状完全一致。走向褶曲南翼的Cu—1和Cu—6号矿体在深部连成一体,为同一矿层。沿倾斜延伸已控制达800米以上。铜主要产于南、北条带状石英岩中,铅、锌主要产于塑性断层靠“板状”云母石英片岩中的一侧和透辉透闪石岩中。

(2)三号矿床舌形回曲构造 从岩层走向由西向东到157/2040.21测量点急转180°可知, $Pt_1L_2^1$ 为紧密倾向褶曲,呈舌状楔入云母石英片

岩中。舌状褶皱核心部位还保留了云母石英片岩层。倾向褶皱轴倾向 210° ，倾角 70° 以上。在舌状褶皱的头部磁铁矿化很强，品位增高。另外还有少量的铅锌和铜矿体。

(3) 二号矿床蛇曲状回曲构造 由 $Pt_1L_2^1$ 岩段组成，波及到 $Pt_1L_2^2$ 。岩层走向曲折，呈蛇曲状，上下产状也较乱。倾向褶皱轴倾向西南，倾角 60° 以上。东段和西段分别为 F_2 、 F_3 所截，倾向褶皱中赋存着以铅、锌为主的铅锌铜矿体。东端磁铁矿储量还远远多于三号矿床。

(4) 四号矿床马蹄形回曲构造 由千枚岩、大理岩、透闪石岩组成，呈不规则的马蹄形，东边为东大沟第四系覆盖。岩层倾向南东，倾角 $70\sim 80^{\circ}$ ，中间为后期断层错开，仅见铅锌矿化。

3. 成矿与构造的关系 霍各乞矿田位于含矿的狼山群第二组特殊的回曲构造部位。矿田构造与东西端比较，显然要复杂得多。然而从沉积物的特点，原岩恢复和地层东西走向稳定的程度来看，霍各乞矿田地层的沉积环境是一个坡度平缓、范围广阔的滨海—浅海相海湾，沉积着含矿极微的矿源层。以后通过沉积期后作用、变质作用及岩浆作用，经过漫长时间，由成岩水、成岩后生热卤水，尤其是变质水迁移集中，多次矿化叠加，在特殊的回曲构造部位聚集成矿。所以矿床既受地层、岩性控制（产在一定层位的岩性里），又受特殊的回曲构造控制。

4. 构造运动时代 狼山群在下元古代末期*，地壳隆起上升为陆地，形成内蒙地轴，长期没有接受沉积。在回返期间发生了区域变质，岩石处于塑性流动情况下，先由北西—南东方向的水平挤压力，形成北东 $50\sim 60^{\circ}$ 走向的同斜复背斜（走向褶皱），尔后，近东西方向的力使走

向褶皱倾向褶皱化，形成回曲构造。据狼山群延伸到贺兰山，围绕华北地台太古代地层转向南等事实，其构造发展史与华北地台是密不可分的。构造的基本格架应是吕梁运动末形成的。至于加里东以后各期构造运动，尤其是海西期的构造运动，虽对前期构造有叠加，但没有影响到原来的构造格局。这可从区域石炭纪地层形成的对称褶皱型式，与下元古代地层的紧密同斜褶皱型式不一样得到证实。加里东以后各次构造运动能量的释放，主要以断裂的形式表现出来。

结 语

1. 霍各乞矿田主要表现为两期褶皱构造。倾向褶皱叠加在走向褶皱之上，形成回曲构造。矿田构造是一个复杂双S形回曲构造，矿床或是反S型、舌形、马蹄形回曲构造，或是蛇曲状回曲构造。

2. 褶皱构造是在区域变质过程中，岩层处在塑性流动变形的情况下形成的。后来的各次构造运动虽有叠加，但没有影响区域变质时形成的构造格局。其能量主要以断裂的形式释放出来。

3. 矿体不但受岩层、岩性控制，而且受构造控制。两期褶皱构造相结合的部位是控矿的主要构造。脆性断裂构造对矿体起破坏作用。

4. 塑性断层较为发育，也是控矿构造之一。如一号矿床Pb—1号矿体。

5. 寻找霍各乞型矿床，首先要找 Pt_1L_2 含矿建造，然后在此建造中找有利构造和构造所控制的有利岩性，三者缺一不可。

主要参考文献

- [1] 东北工学院老变质岩铜矿科研组，红透山铜矿地质综合组，地质与勘探，1978，第3～4期
- [2] 刘如琦等，地质科技通报，1983，第1期

* 元古代二分或三分两种，本文采用两分法。