

内蒙狼山—渣尔泰山中元古代 拉张型过渡壳的形成、形变及成矿^①

牛树银 孙爱群 许传诗

(河北地质学院)

提 要 在裂解的华北地台北缘裂陷槽内,狼山—渣尔泰山中元古代拉张型过渡壳建造中,火山活动和陆源侵蚀形成的成矿元素伴随着陆源碎屑沉积形成矿源层。在长城纪末期的褶皱回返过程中,渣尔泰群经受了强烈的顺层滑动、褶皱叠加和逆冲推覆构造的改造。在东升庙—炭窑口地区,极为强烈的逆冲推覆构造导致热液蚀变作用和混合岩化,促使成矿元素迁移到裂隙发育,在有利交代作用的白云石大理岩中富集成矿。而在渣尔泰山地区和狼山北西侧,强烈的褶皱作用叠加促使矿层在褶皱的转折端部位加厚富集成矿。故此,提出了断裂成矿模式和褶皱成矿模式。

关键词 内蒙 过渡型地壳 叠加褶皱 推覆构造 构造成矿控矿

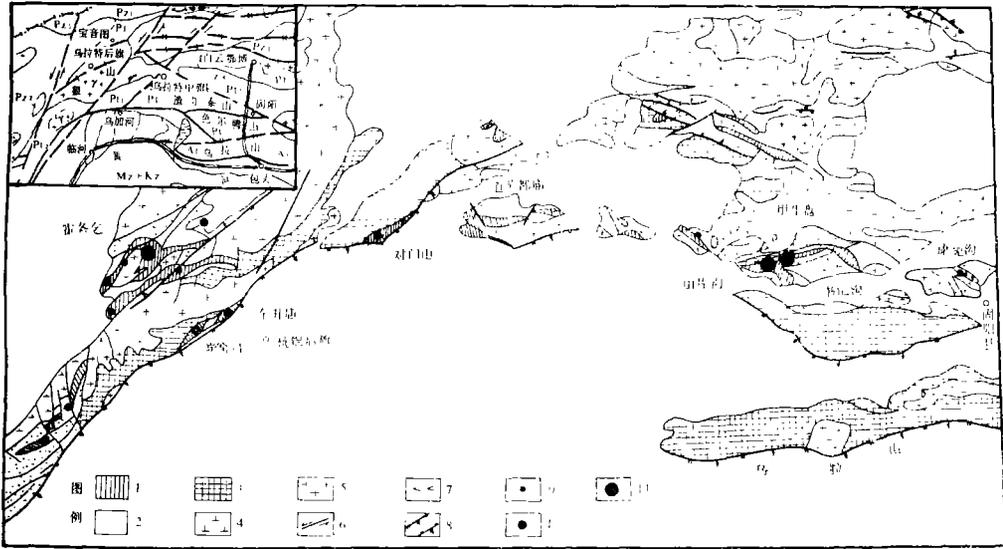
地壳上存在着大规模拉张与挤压作用的交替现象。拉张作用导致裂陷带的产生及拉张型建造,挤压作用则形成褶皱山系和强烈的构造形变^[1,2]。何国琦教授将其看作是地壳的演化序列,即老陆壳经过解体、改造形成拉张型过渡壳,乃至在拉张最大的区域出现典型的洋壳,然后再经过俯冲、堆叠、碰撞等过程,在挤压体制下形成新的过渡壳,进而发展成连续的成熟陆壳^[3]。

内蒙狼山—渣尔泰山中元古代拉张型过渡地壳,形成于裂解的华北地台北缘,镶嵌在太古代陆核与早元古代地块之间^[4]。中元古代中晚期的白云鄂博运动,使拉张型过渡壳形成褶皱山系及多处铜、铅、锌、硫、铁、菱铁等多金属矿床。经晚元古代初的造陆抬升二次克拉通化过程,使地壳成熟度不断提高,由活动状态转为稳定区(图1)。

1 拉张型过渡壳的形成

元古代是地壳由塑性向刚性转化的重要阶段,大规模的断裂系统逐渐产生,在硅铝壳内部形成巨大的活动带和裂陷槽地,华北地区主要表现为地台内部及其边缘大规模的裂陷作用(马杏垣等,1987)^[5]。华北地台北缘固阳—道劳都庙—乌拉特后旗一带(狼山—渣尔泰山地区)所展布的渣尔泰群地层即为中元古代拉张型过渡地壳型建造,是地台边缘裂解形成裂陷槽的典

^① 国家自然科学基金资助项目,本文1991年4月在“七·五地质科技重要成果学术讨论会”上交流(北京回龙观)



1. 中元古界渣尔泰群含矿岩系(含阿古鲁沟组和增隆昌组) 2. 中元古界渣尔泰群书记沟组石英(砂)岩 3. 下元古界—上太古界基底岩系 4. 中酸、中性侵入岩 5. 酸性侵入岩 6. 平移断层 7. 辉长岩 8. 正、逆断层 9. 多金属矿点 10. 中—小型多金属矿床 11. 大型多金属矿床 Kz—新生界 Mz—中生界 Pz₁—下古生界 Pz₂—中元古界 Pt₁—下元古界 Ar—太古界

图1 狼山—渣尔泰山地区地质略图

Fig. 1 The regional geological sketch map of Langshan-Chaertai area

型沉积—火山建造(相当于早期建造形成后夭折的裂谷),其东西向延伸长达 500km,南北向出露宽度 20~40km。重力异常和航磁都有明显的线性展布(金荣禄,1985)。

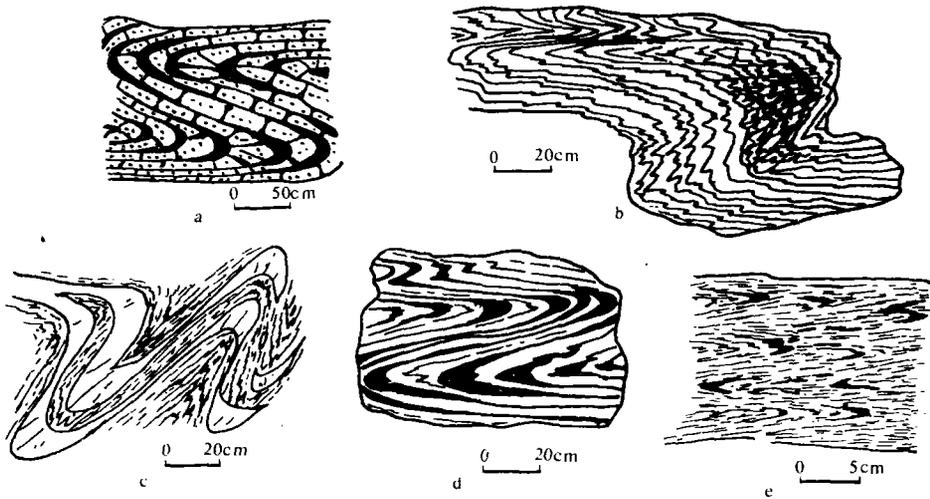
由于固阳—对门山—前狼山和固阳—乌拉特中旗—后狼山两条深断裂的控制,形成了裂隙槽,并沉积了书记沟组(Pt_{1s})陆源碎屑岩建造,底砾岩之上是含长石石英砂岩,具类磨拉石特征的复陆屑建造,其上为细粒石英砂岩和石英岩,具单陆屑建造特点,属三角洲—滨海相沉积环境。随着裂隙槽进一步加深、拓宽,形成了增隆昌组(Pt_{2z})碳酸盐岩建造,以白云岩和白云质灰岩为主,下部夹细砂岩和粉砂岩,上部夹有含碳质白云质板岩,为半封闭海湾泻湖相的沉积环境。阿古鲁沟组(Pt_{2a})黑色碳质页岩—粉砂岩建造形成时,裂隙的深度达到最大,该组地层是狼山—渣尔泰山地区铅锌和硫铁矿床的主要含矿源地层。渣尔泰群的总厚度大于 2000m。

渣尔泰群总体特征表现为岩相和厚度变化较大,其中碎屑岩—粘土岩占 80%。火山活动频繁,代表了近补偿条件下的过渡类型沉积和伴随同沉积断裂作用裂隙加强的构造环境,其发育特征与华北地台内部的淳沱河、甘陶河裂隙槽有相似之处,类似于萨洛普和谢音曼(Salop、Scheinmann, 1969)所描述的拗拉槽(Aulacogen)。根据渣尔泰地区甲生盘矿床中方铅矿模式年龄为 1685.86~1488.80Ma、铅—铅等时线年龄 1679.65Ma,狼山地区东升庙、炭窑口赋存

于增隆昌组地层中的方铅矿模式年龄为 1923.82~1819.25Ma,以及丰富的叠层石资料(钟富道,1975)推测,渣尔泰群的形成时间与蓟县长城纪相当,为中元古代早—中期的产物。

裂隙过程中伴有旋回性火山—深成岩建造(刘仁福等,1987;胡晓,牛树银,1991)^[4,6]。早期以基性—超基性层状岩体为特征,霍各乞铜矿区广泛发育的辉长—辉绿岩(层)和赋矿地层一起发生强烈变形、变质。东升庙—炭窑口地区的辉石岩类也是这个时期形成的。晚期的火成岩组合为辉绿岩—溢流玄武岩系列,下部为似层状辉绿岩体,其上为裂隙式溢流玄武岩,主要出露于书记沟、甲生盘地区,局部可见气孔、杏仁和枕状构造。

白云鄂博运动(1400Ma)使狼山—渣尔泰山地区结束了陆缘拉张体制,转变为板内挤压造山阶段,形成了强烈、复杂的褶皱构造。



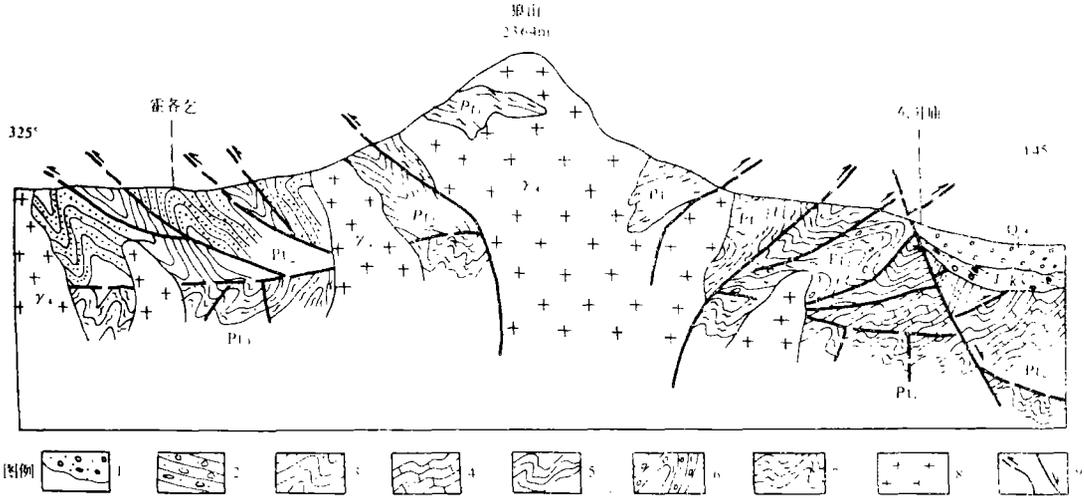
a—薄层石英片岩形成的褶皱(狼山摩天岭) b—康兔沟地区泥质白云岩中的早期褶皱 c—东升庙地区石英片岩中的早期褶皱 d—康兔沟地区薄层泥质白云岩中的早期褶皱 e—甲生盘地区钙质泥质绢云片岩中的片内无根钩状褶皱

图2 早期固态流变褶皱构造

Fig. 2 Incipient solid flow—deformation fold structures

2 中元古代过渡壳的形变改造

尽管狼山地区的断裂变形较渣尔泰山地区强烈,主期褶皱的形态亦有所差别,但据其形变构造的性质、规模及其与断裂构造的组合关系,整个狼山—渣尔泰地区的形变构造大体上可划分为三期(牛树银、胡晓等,1990,1983)^[7]。



1. 第四系 2. 侏罗系英安一流纹质火山—沉积砂砾岩和白垩系砖红色砂砾岩层 3. 渣尔泰山群石英岩和石英片岩 4. 渣尔泰山群白云岩、白云质灰岩 5. 渣尔泰山群碳质板岩 6. 混合岩化眼球状片麻岩 7. 五台群包闪斜长片麻岩和混合岩 8. 华力西期花岗岩 9. 逆冲断层和正断层。

图3 狼山地区地质构造剖面图

(根据实测和图切剖面编绘,深部构造是推测的)

Fig. 3 Section of geological structure of Langshan area

2.1 第一期塑性固态流变褶皱

在长城纪的中晚期,华北地台北缘转入总体北北西向挤压体制,在中元古界中广泛发育形态各异的早期固态流变褶皱群落,几十cm到几m规模的紧闭平卧褶皱和层内褶皱为主,在第二期褶皱的倾伏端和转折端保存较好。具有明显的塑性流变和压扁作用,两翼明显拉薄或拉断,转折端则显著加厚,甚至形成片内无根钩状褶皱(图2)。此外,还伴有顺层韧性剪切带、轴面流劈理、线理等构造,表明本期固态流变构造群落是地壳较深层次的变形产物。

由于后期褶皱构造的叠加改造,第一期褶皱的方向多变,固阳康免沟地区测得第一期褶皱轴线赤平投影优选产状,在展平第二期褶皱后为 $48^{\circ}\sim 228^{\circ}$,表明早期挤压应力为 $138^{\circ}\sim 318^{\circ}$ 。伴随第一期构造变形发育区域性低绿片岩相变质作用。

2.2 第二期褶皱——冲断构造

第二期褶皱是白云鄂博运动主幕的产物,近南北向的强烈挤压构造应力,使中元古界与下伏色尔腾山群(Pt_1)间的不整合面发生大规模的顺层韧性剪切滑动,造就了狼山—渣尔泰山地区褶皱构造的基本轮廓,成为区域性主体构造格架。在褶皱作用的后期,在复背斜的倒转翼上,沿顺层滑动剪切带或变形拉薄处发生逆冲推覆构造

狼山地区,由于古狼山半岛的存在和砥柱作用(内蒙局,1982;王东方,1987),使该区中元

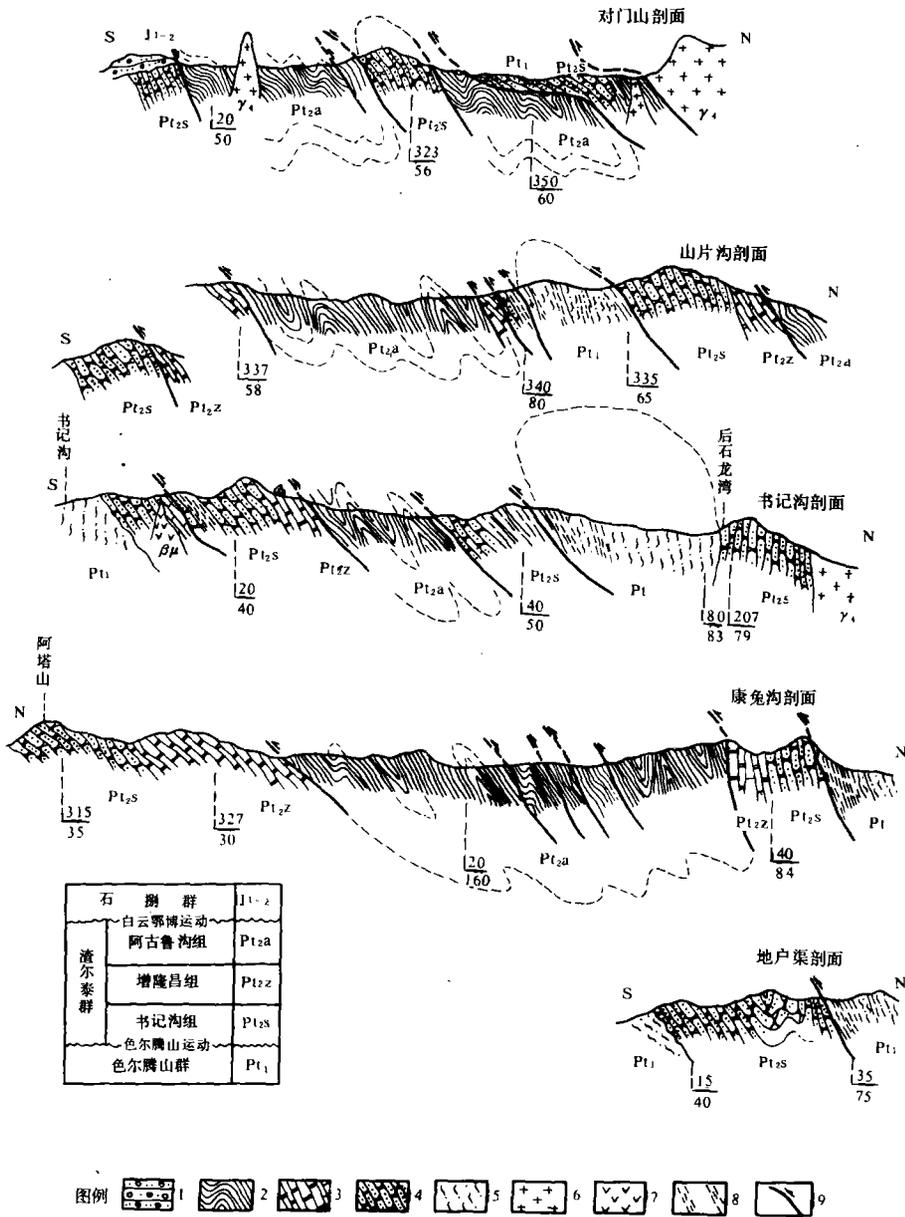
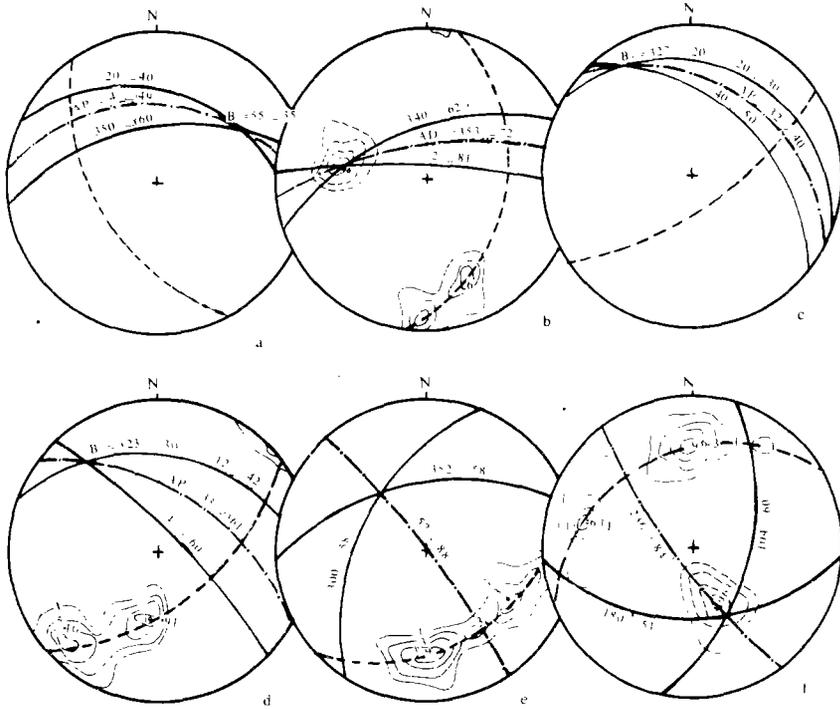


图 4 渣尔泰山地区构造联合剖面

Fig. 4 Combined section showing the fold-fault structures in Chaertai area

古界形成褶皱轴面相对倾斜($145^\circ \angle 57^\circ, 328^\circ \angle 62^\circ$),逆冲断层相背逆冲的正扇形构造格架(图3)。狼山南东缘东升庙—炭窑口一带的逆冲断层尤为发育,使中元古代地层成为典型的堆叠构造(restacking)^[8],褶皱的总体展布方向其赤平投影趋势值为 57° 。



a~d—第二期褶皱轴面弯曲形成的第三期褶皱,第二期褶皱轴面(Ap₂)分别为 $4^\circ \angle 19^\circ, 353^\circ \angle 72^\circ, 32^\circ \angle 40^\circ, 33^\circ \angle 61^\circ$ e~f—第三期褶皱赤平投影图,狼山南缘 Ap₃= $57^\circ \angle 88^\circ$,狼山北缘 Ap₃= $236^\circ \angle 81^\circ$

图5 第三期褶皱要素赤平投影图

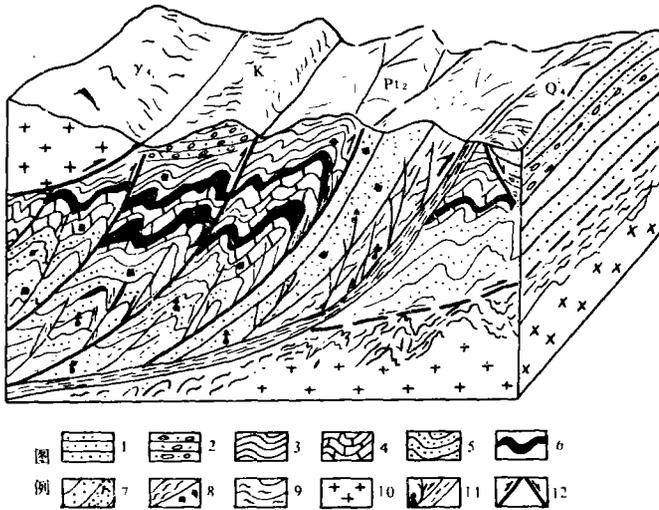
Fig. 5 Stereographic projection maps of 3rd fold structural elements

渣尔泰山地区则以轴线近东西,轴面(Ap₂)北倾($50^\circ \sim 60^\circ$)的倒转背、向斜组成。每个褶皱的正常翼产状较缓、地层厚度较大,而倒转翼产状较陡,普遍被剪切拉薄,甚至发育成韧性剪切带或逆冲推覆构造。除此之外,在渣尔泰山地区还发育有区域规模的韧性剪切带(牛树银等,1990)^[9](图4)。

伴随主期褶皱作用的变质作用,主要为发育在主要滑动面或韧性剪切带中的动力变质作用,多硅白云母 b_0 值测定 $1.003 \sim 9.033 \text{ \AA}$,属中低压相系(许传诗,1991)。

2.3 第三期宽缓的横跨叠加褶皱

狼山—渣尔泰地区第三期构造应力场的方向有了较大的变化。宏观上,第三期褶皱主要以第二期轴面为参考面(A_{P_2})在走向上呈波状弯曲。以渣尔泰山主期褶皱为例,第二期褶皱轴面从西部的对门山,向东经山片沟,到书记沟地区,轴面(A_{P_2})产状分别为 $4^\circ \angle 49^\circ$ 、 $353^\circ \angle 72^\circ$ 、 $32^\circ \angle 40^\circ$ 、 $33^\circ \angle 61^\circ$ (图 5, a~d),第二期线理(B_2 、 L_2)也发生倾伏与扬起。第三期褶皱的轴面(A_{P_3})一般较陡(图 5, e~f),反映第三期褶皱作用以宽缓的弯曲形式模跨叠加在第二期褶皱之上,属 Ramsay (1967)的第二干涉类型^[10]。区域上的面、线组构统计分析表明,形成第三期褶皱的区



1. 第四系砂砾岩 2. 白垩系砂砾岩 3. 碳质千枚岩 4. 白云岩,灰质白云岩 5. 石英岩、石英片岩 6. 致密块状矿体
7. 混合岩化带,条带状—眼球状混合岩化带 8. 混合片麻岩及星点状黄铁矿化 9. 片麻岩 10. 花岗岩类 11. 主逆冲推覆构造、派生断裂及热液迁移方向 12. 逆冲断层、正断层

图 6 东升庙硫铁矿断裂成矿控矿模式

Fig. 6 The fault—mineralization model of Dongshengmiao pyrite ore deposit

域主压应力方向是近第二期褶皱轴线方向。

3 构造成矿控矿作用

狼山—渣尔泰山地区是我国重要的多金属成矿带之一,目前已经发现和探明了炭窑口、东

表1 东升庙硫铁矿主要含矿岩石与其对应原岩组分得失比较表

Table 1 The comparison of the component between the main ore-bearing rocks and their corresponding primary rocks in Dongshengmiao pyrite ore area

	白云石大理岩	白云石大理岩型矿石	差值	相对差	石墨绢云片岩	石墨绢云片岩型矿石	差值	相对差
取样数	130	150			100	175		
SiO ₂	7.42	14.94	-7.52	-56.33	57.16	55.11	2.04	3.70
TiO ₂	0.07	0.13	-0.06	-46.15	0.66	0.28	0.22	57.90
Al ₂ O ₃	0.66	2.67	-2.01	-75.28	15.88	8.90	6.98	70.13
MnO	0.37	2.10	-1.73	82.38	0.07	0.49	-0.42	-85.71
MgO	18.78	10.40	7.88	75.77	3.21	2.87	0.34	11.85
CaO	27.98	2.96	24.98	8.44	1.49	2.61	-1.12	-42.91
Na ₂ O	0.05	0.30	-0.02	66.67	0.23	0.12	0.11	91.67
K ₂ O	0.17	0.72	-0.55	-78.39	6.16	3.58	2.58	72.07
P ₂ O ₅	0.10	0.21	-0.11	-52.38	0.27	0.29	-0.02	-6.99
H ₂ O	0.36	0.79	-0.43	-54.13	2.41	1.41	1.00	70.92
CO ₂	41.23	19.97	22.16	116.26	2.14	3.98	-1.84	-46.23
C _{有机}	0.18	0.27	-0.09	-33.33	2.00	2.78	-0.78	-28.06
TS	0.41	8.34	-7.92	-95.08	2.27	5.04	-2.77	-51.96
TFe	2.45	30.57	-28.12	-91.99	4.62	3.67	-3.99	-16.02

据内蒙古化工队岩石及化学分析资料(1986)整理

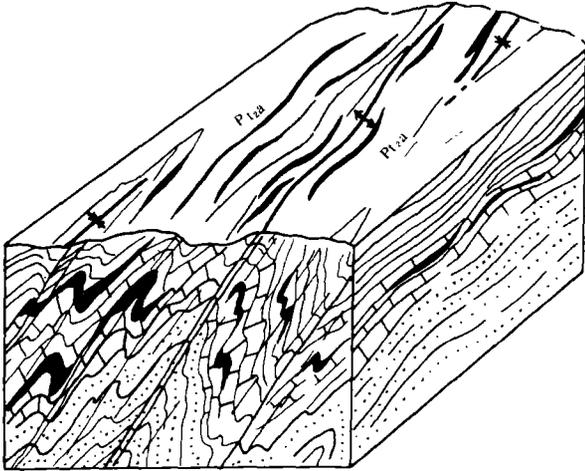
升庙、霍各乞、对门山、山片沟和甲生盘等多处大中型铜、铅锌、菱铁、硫铁矿床和大批矿点。这些矿床的形成,除与原始矿源层有关外,动力蚀变和构造变形作用对矿床的形成也是至关重要的因素。

构造变形的成矿控矿作用,主要表现在两个方面:一是不同级别的逆冲推覆构造导致动力蚀变,促使成矿元素活化迁移到有利部位富集成矿;二是强烈的叠加褶皱作用导致矿源层在褶皱转折端等有利构造部位富集加厚,形成厚大的工业矿体。

3.1 断裂构造的成矿控矿作用

在狼山地区的东南缘,顺层滑动断裂和逆冲推覆构造异常发育,不仅成为区域性主体构造型式,而且导致了动力变质作用和矿体的富集形成(许传诗、牛树银,1989)。以东升庙硫铁矿为例,断裂变质作用包括动力变质作用和断裂热液蚀变交代作用。断裂动力变质作用与主要逆冲推覆构造有关,位于主要逆冲推覆构造的上盘。断裂热液蚀变交代作用与次要逆冲推覆断裂及裂隙有关,通过溶液向围岩扩散交代形成蚀变分带,展布于距主要逆冲断层上盘较远的部位。

对比主要岩类断裂变质前后化学组分迁移变化的情况可以看出(表1),原岩为含白云石的岩石类型,以TS、TFe、K₂O、Al₂O₃、H₂O的带入为主,表现为强烈的黄铁矿化、金云母化、水化和硅化。带出CO₂、MgO、CaO,为区域性方解石化、白云母化蚀变交代作用提供物源。原岩为含碳质的岩石,以TS、C_{有机}、TFe、CaO、CO₂的带入为主,表现为含有较多的金属硫化物矿物



图例 1. 碳质、泥砂质板岩 2. 泥质白云岩、碳质白云岩 3. 石英岩、石英片岩 4. 多金属矿 5. 褶皱轴面劈理

- 1. 碳质、泥砂质板岩
- 2. 泥质白云岩、碳质白云岩
- 3. 石英岩、石英片岩
- 4. 多金属矿
- 5. 褶皱轴面劈理

图 7 渣尔泰山和狼山北西缘褶皱成矿控矿模式

Fig. 7 The fold - mineralization model of Chaertai area and northwest side of Langshan area

和黄铁矿化、方解石化。带出 K_2O 、 Na_2O 、 H_2O 、 Al_2O_3 、 SiO_2 ，为区域性黑云母化、钠长石化、水化和硅化提供物源。对比组分的得失情况，从成矿的观点来看，在中元古代长城纪末区域性主要逆冲推覆构造形成过程中，派生出的能量促使断裂上盘岩石发生断裂变质作用。与此同时，从动力变质岩石中析出的大量中高温以水为主体的含矿溶液，沿次级断裂和微裂隙对围岩，特别是上部岩石进行蚀变扩散交代和水化作用（图 6）。

不同的围岩因其岩性及所处构造部位不同，成矿元素发生活化、迁移和富集，形成不同形态、不同规模的矿体。白云石大理岩有利于形成交代型致密块状富硫化物矿床，为矿床的主体。含碳质岩石可形成交代型条纹状、条带状矿石，品位较低。绢云石英千枚岩含矿性差，不利于矿石元素的富集，多形成充填型脉状矿石，工业意义不大。由此可

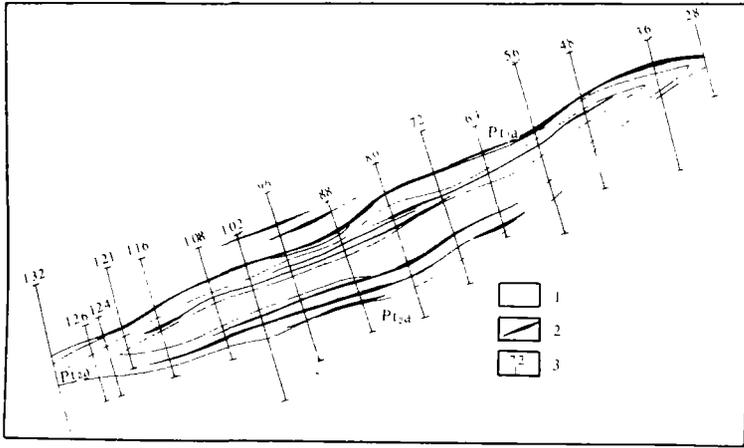
见，东升庙型硫铁矿床是由矿源层—断裂构造—断裂热液蚀变三位一体的复合矿床，三个条件缺一不可。

3.2 褶皱构造的成矿控矿作用

在渣尔泰山地区和狼山的北西缘，断裂构造远不如东升庙—炭窑口地区发育，而是以褶皱构造为主，矿床明显地受地层和褶皱构造的控制（李兆龙，1982；牛树银、许传诗，1991）。矿体呈层状、似层状，矿体的规模与含矿围岩的厚度及展布成正比，并随赋矿地层一起遭受了以褶皱作用为主的多次构造变形，形成矿石条带、矿体和围岩协调的褶皱形态，在褶皱转折端处有矿体明显地加厚和富（集）化现象。在较厚大的矿体中常夹有围岩夹层，矿石中具明显的残留沉积构造。这些特征均表明矿床的形成明显地受褶皱构造控制。

纵上所述矿床及褶皱的特征，即可建立褶皱成矿控矿的基本模式（图 7）。

此外，褶皱的叠加作用还可以使原来的一、二层矿经褶皱从而变为多层矿，甚至由于主期褶皱的强烈挤压，加之第三期褶皱的叠加，使矿层成为透镜体。以山片沟铅锌硫矿床为例，其北矿层组、中矿层组和南矿层组分别由 6 个、16 个和 14 个透镜体矿体组成，最大出露宽度 680m，总体产状为 $340^\circ \angle 70^\circ$ ，沿走向和倾向都有明显的分枝复合现象。单个矿体沿走向最大

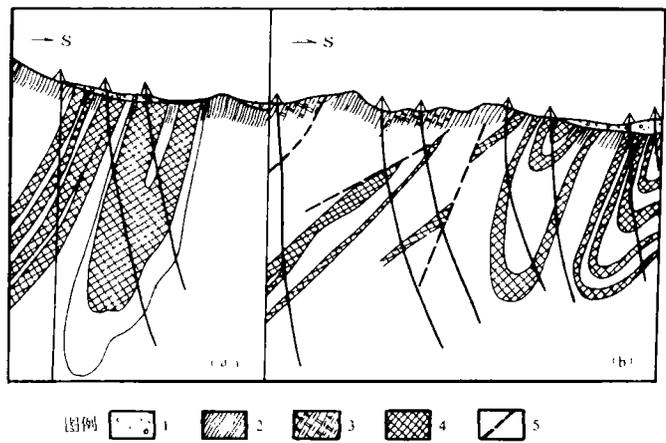


1 阿古鲁沟组 2. 矿体 3. 勘探线及编号

图 8 山片沟矿床 1200m 标高构造简图(据乔存起 1987 简化)

Fig. 8 Structural sketch map of 1200m level, Shanpiangou mineral deposit

长度 4800m, 最大厚度 18.67m, 最小厚度仅 1.18m, 个别矿体其厚度可达 48.05m。多个矿体的平面组合形态受主期褶皱构造控制(图 8)。霍各乞一号矿床平面上呈反“S”型构造, 转折端部位铜矿体厚度加大, 也反映了褶皱构造对成矿起明显的控制作用(李兆龙, 1982)^[11]。在剖面上, 矿体的展布形态也明显受控于主期褶皱形态(图 9), 且转折端部位亦有显著地加厚富集现象, 往往形成巨大的工业矿体。由此可见, 在褶皱作用强烈地区, 不仅要注意寻找矿源层, 还应注重褶皱构造成矿控矿的研究, 搞清区域构造演化序列, 指导找矿实践和工程布置。



(a) 甲生盘矿区某勘探线剖面(据内蒙区调一队) (b) 对门山矿区某勘探线剖面(据矿区勘探报告) 1. 第四系砂砾石层 2. 碳质板岩 3. 泥质白云岩 4. 矿体 5. 断层

图 9 褶皱形态勘探剖面图

Fig. 9 Exploration cross sections of fold shapes

4 结语

狼山—渣尔泰山地区中元古代拉张型过渡地壳的形成、形变和成矿控矿之间有着密切的联系。在中元古代初期区域性拉张条件下形成的拉张型过渡壳建造、火山活动及陆源侵蚀提供的成矿元素构成了初始矿源层。在板内挤压造山期间,随着强烈褶皱—逆冲推覆,成矿元素活化、迁移,并在主干逆冲推覆构造上盘的有利构造部位富集,或在多期次褶皱及次级褶皱转折端等有利部位富集,形成厚大的工业矿体。故此,提出了断裂构造成矿控矿模式和褶皱构造成矿控矿模式。

本文是在课题组“七·五”期间承担的国家 and 地矿部重点科研项目“华北地台北缘元古宙铜、铅、锌成矿地质条件及控矿构造研究”工作基础上,又经国家自然科学基金项目“中国兴蒙—北疆及邻区古生代岩石圈演化研究”,补做部分工作后综合的部分成果。野外工作和室内资料整理过程中得到了谢贤俊高级工程师、胡晓教授和钱祥麟教授的热情帮助和指导,参阅学习了天津冶金地质研究院、内蒙地矿局地研队、一〇五地质队等单位的宝贵资料,在此一并深致谢意。

参考文献

- 1 张文佑等. 华北断块区的形成和发展. 科学出版社, 1980
- 2 王楫, 李双庆. 狼山—白云鄂博裂谷系及其成矿特征. 中国北方板块构造论文集, 1987. (2)
- 3 何国琦等. 论地壳成熟度及其在大地构造研究中的意义. 纪念北京大学地质系成立 80 周年论文集, 1988
- 4 胡晓, 牛树银. 内蒙狼山—渣尔泰山中元古界的构造变形与演化. 中国区域地质, 1991
- 5 马杏垣, 白瑾等. 中国前寒武纪构造格架及研究方法. 地质出版社, 1987
- 6 刘仁福, 朱作山等. 内蒙东升庙硫铁矿多金属矿区菱铁矿的发现及其找矿远景. 地质找矿论丛, 1987, (1)
- 7 牛树银, 胡晓等. 内蒙渣尔泰山地区的褶皱构造特征. 内蒙古地质, 1990, (2)
- 8 胡晓, 牛树银等. 内蒙狼山地区顺层滑动断裂及逆冲推覆构造. 前寒武纪地质, 1989, (4)
- 9 牛树银, 胡晓, 许传诗. 内蒙渣尔泰山地区韧性剪切带地质特征. 河北地质学院学报, 1990, (2)
- 10 Ramsay J G. Folding and Fracturing of Rocks. McGraw Hill. New York
- 11 李兆龙. 内蒙古狼山霍各乞多金属硫化物层控矿床构造环境. 地质论评, 1982, (3)

**FORMATION, DEFORMATION AND
MINERALIATION OF THE MID-PROTEROZOIC
ERA TENSILE TRANSITIONAL CRUST IN LANG
SHAN-CHAERTAI AREA, NEIMONGGU**

Niu Shuyin Sun Aiqun Xu Chuanshi

(Hebei College of Geology)

Abstract

Within split geotectogene of the northern margin of the North China platform, the ore source beds formed in tensile transitional crust formation of Mid-Proterozoic Era of Langshan-chaertai, associated with the sedimentation of land-source clasts, which are from both volcanic activities and erosions. During the process of fold backevolution at the end of Changchen period, the Chaertai Group was deeply reconstructed by such structures as bedding slip, fold superposition and thrust nappe. In Dongshengmao-Tanyiaokou regions, the intensive thrust and nappe structures resulted in hydrothermal alteration and migmatization, making ore-forming elements migrate toward fissured and easy-altered dolomite-marble and enrich to economic deposits. The intensive superposed fold in the northwestern part of Langshan and Chaertai made original ore beds more enriched and thicker at the hinge zone of the folds. Both fault ore-forming model and fold ore-forming model have been established in this paper on the basis of the facts mentioned above.