

辽宁弓长岭铁矿二矿区构造特征分析

牛树银,孙爱群,张建珍,王宝德,马宝军,李斌,王铮

(石家庄经济学院,石家庄 050031)

摘要: 辽宁弓长岭铁矿不仅发现较早、规模较大、开采历史较长,而且向下延深较大且富铁矿增多。针对弓长岭二矿区的构造解剖研究表明,二矿区至少经历了4期构造变形:第一期为小型塑性流变褶皱,第二期为区域规模的倒转同斜褶皱,第三期属于横跨叠加褶皱,第四期为区域规模的隆升。伴随着四期褶皱作用的断裂构造,从早到晚,则表现为韧性剪切带-脆韧性剪切带-脆性剪切带-脆性破裂。构造变形对铁矿的形成有一定的控制作用。

关键词: 构造解剖;褶皱构造;断裂构造;构造控矿;鞍山地区

中图分类号: P613;P618.31 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2013)02-0167-09

0 引言

鞍山—本溪地区是我国著名的沉积-变质(鞍山式)铁矿集中区,地处华北地台北缘东段辽东台隆西部,区内出露的地层主要有太古宇鞍山群、元古宇辽河群、震旦系、古生界、中生界及新生界第四系,其中鞍山群是鞍山式铁矿的赋矿层位。矿集区主要铁矿有东鞍山、西鞍山、眼前山、樱桃园、胡家庙子、弓长岭、南芬、歪头山、欢喜岭等大中型铁矿床,特别是弓长岭铁矿,它不仅发现较早,规模较大,开采历史较长,而且深部延深较大、深部富矿增多,引起很多地质学家的广泛关注,进行了大量研究,极大地促进了该地区铁矿的科研与开发^[1-6]。

但是,仍有一些很值得深入探索的问题:①二矿区铁矿层是单斜还是褶皱?②铁矿层经历了哪些主要构造变形过程?③中生代以来区域构造演化对铁矿层有何影响?④深部和外围找矿潜力如何?很显然,这些问题直接关系到铁矿的控矿构造研究和找矿预测等理论和实践问题。

本文在野外地质调查研究的基础上,从解析构造的视角来简要探讨弓长岭地区的控矿构造,以期

对本区的铁矿找矿工作有所帮助。

1 区域构造特征

鞍山—本溪沉积-变质铁矿集中区大致成NE向展布(图1),总面积达6 000 km²。其北侧是以英云闪长岩-花岗闪长岩-黑云母花岗岩(TTG)为主构成的太古宙卵形构造区,南侧为古元古代的“辽吉裂谷”,东西两侧被后期不同时代的地质体覆盖。中生代以来,该区主体构成了辽东隆起构造。

弓长岭铁矿位于辽南隆起构造的中部,区内出露地层有太古宇鞍山群、古-中元古界辽河群、新元古界青白口系、古生界寒武系和奥陶系、中生界侏罗系及新生界第四系(图2)。含矿围岩主要为太古宇鞍山群,本区出露的主要是茨沟组,呈残留体形式出露在大片混合岩和混合花岗岩中,为一套角闪岩-含铁石英岩-钠长片岩(变粒岩)和石英岩组成的变质铁硅质火山岩建造,是鞍山式铁矿的主要赋存层位。

弓长岭铁矿及其太古宇含矿围岩主要呈孤岛状或透镜状残留在弓长岭花岗岩和麻峪花岗岩体中,铁矿体及其含矿围岩与周围的花岗岩主要为断层接触。在弓长岭矿区的不同矿段间存在着很大的差

收稿日期: 2012-11-06; 责任编辑: 王传泰

基金项目: 我国典型金属矿科学基地研究项目(编号:200911007)和国家自然科学基金项目(编号:40872137)联合资助。

作者简介: 牛树银(1952-),男,教授,主要从事构造地质学和构造控矿作用的教学与科研工作。通信地址:石家庄市槐安东路136号,石家庄经济学院;邮政编码:050031;E-mail:niesy@sjzue.edu.cn

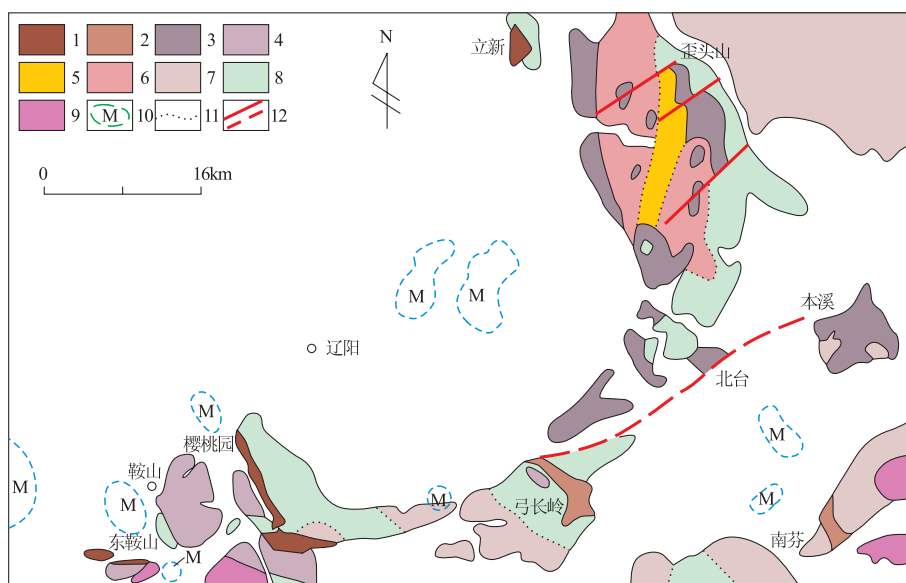


图1 鞍山一本溪地区区域地质简图(据文献[2, 6-7], 略修)

Fig. 1 Regional geological sketch of Anshan-Benxi area

1. 以陆源沉积岩为主的含铁岩系; 2. 过渡性含铁岩系; 3. 以基性-中酸性火山沉积岩为主的含铁岩系; 4. 含铁岩系沉积基底的花岗质岩石; 5. 歪头山地区英云闪长岩; 6. 歪头山地区花岗闪长岩-黑云母花岗岩; 7. 时代不明的花岗质岩石; 8. 钾质花岗岩; 9. 中生代花岗岩; 10. 铁矿体引起的航磁异常; 11. 过渡或推测性质的地质界线; 12. 断层及推测断层

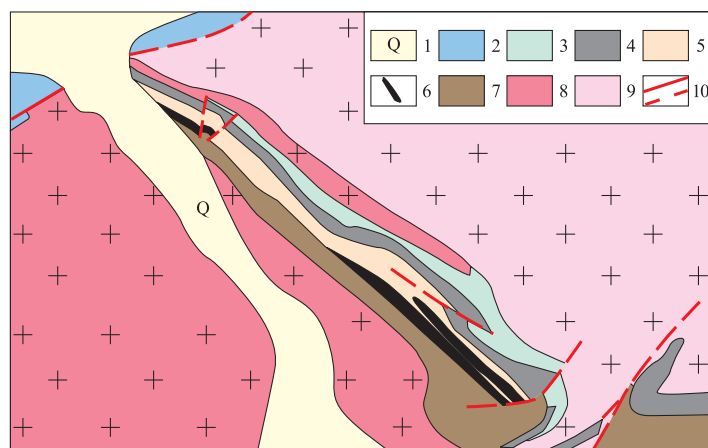


图2 弓长岭铁矿二矿区地质简图(据文献[5], 略修)

Fig. 2 Geological sketch of the second mining district of Gongchangling iron mine

1. 第四系; 2. 奥陶系石灰岩; 3. 硅质岩层; 4. 上含铁层; 5. 中部钠长石变粒岩(夹第三铁层); 6. 下含铁带; 7. 角闪岩带; 8. 弓长岭花岗岩; 9. 麻峪花岗岩; 10. 断层及推测断层

异,如弓长岭老矿区、独木一哑巴岭区、八盘岭区、一矿区、二矿区和三矿区之间主要为断裂构造接触,虽然其含矿围岩的岩性差别不大,矿化类型也有相似之处,但其内部构造特征却存在着相当大的不同。

2 弓长岭矿田构造解剖

在弓长岭矿田范围中,二矿区最具有代表性和典型性,也最被地质学界所关注。现以二矿区为典型构造解剖,讨论铁矿的构造变形特征。

弓长岭二矿区呈带状夹持于弓长岭花岗岩和麻峪花岗岩体内,构造变形从早到晚,变形性质从塑性到脆性,变形规模由小到大,变形类型则是褶皱与剪切带相间发生,经历了多期次强烈变形变质,形成了一系列复背斜(形)、复向斜(形)等复杂的褶皱构造以及不同方向、不同性质的剪切带相互交织,构成了本区复杂的地质构造图案。

2.1 第一期流变褶皱与韧性剪切带

第一期构造变形时地质体的埋深较大,地壳的地温梯度较高,压力较大,因此,岩石的流变性较强,褶皱幅度较小,一般多表现为小规模的塑性流变褶皱。

早期塑性流变褶皱还可以具体划分为2种主要类型。一种是在早期温度压力较高的状态下形成的



图 3 早期小规模塑性流变褶皱

Fig. 3 The early small plastic flowing fold

a. 南采场早期重力流变褶皱; b. 矿区西部外围变质岩系早期重力流变褶皱



图 4 第一期流变小规模褶皱特征

Fig. 4 The characteristics of first stage small plastic flowing fold

a. 二矿段中茨沟南露头第一期塑性流变褶皱; b. 南采场第一期塑性流变褶皱

(褶皱转折端明显加厚, 倒转翼部显著变薄甚至拉断)

重力流变褶皱, 这种褶皱的最大特点是流变性较强, 往往受重力流变作用控制, 没有规则的形态特征和规律性, 更没有很好的对比性, 甚至形成肠状褶皱 (图 3); 在区域分布特征上, 一般不具有普遍性, 而是多随机形成于某些特殊的构造部位或塑性较强的软弱层中。另一种是区域构造变形形成的早期流变褶皱构造, 这种褶皱往往转折端明显加厚, 翼部强烈拉薄, 甚至在倒转翼出现韧性剪切带 (图 4); 与前一种重力流褶皱的区别是它作为区域变形构造, 虽然褶皱构造也以几厘米至上百厘米的小尺度为主, 但是在区域展布上具有普遍性。由于后期构造的强烈改造, 特别是第二、三期褶皱作用的改造, 使早期流变褶皱的优选方位大多变化较大, 但是, 这种方位变化具有逐渐过渡特征。

同样是由于早期温度压力较高的原因, 第一期韧性剪切带亦多表现为小规模、强塑性流变为特征。

韧性剪切带长度多为几米至几十米, 宽度多在几厘米至几十厘米, 流变特征明显, 多发育糜棱岩或超糜棱岩, 常伴有明显的拉伸线理、旋转碎斑系、S-C 构造、书斜构造、拖曳褶皱等强变形标志。特别是在早期褶皱的倒转翼容易形成韧性剪切带。

第一期褶皱变形应发生在新太古代鞍山运动期间, 伴随地壳深部高角闪岩相条件下发育强烈的柔流褶皱为特征, 变质深成岩亦发生变质分异作用, 形成区域性的片麻理构造。

2.2 第二期区域性主体褶皱构造

对于弓长岭铁矿二矿区第二期褶皱的认识存在着较大的分歧。一种意见认为整个二矿区为夹持于花岗片麻岩中的单斜层理, 包括铁矿层也是简单的单斜构造, 没有褶皱构造的改造; 另一种意见认为铁矿层中不仅存在着不同级别的褶皱构造, 而且变形规模较大、变形强度亦较高。笔者持第二种意见。

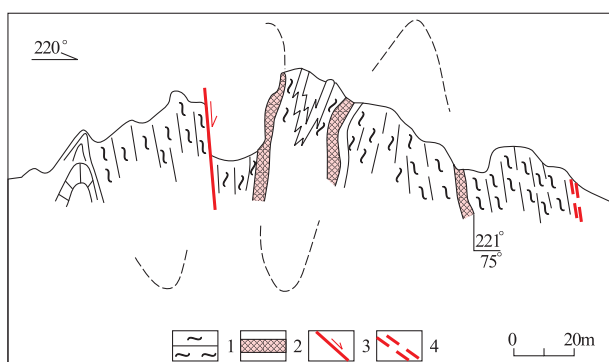


图5 玺龙东沟二矿段信手地质剖面图

Fig. 5 Section sketch of ore block 2 at Xilongdonggou

1. 鞍山群茨沟组混合岩化变质岩系;
2. 铁矿层; 3. 断裂; 4. 韧性剪切带

就总体构造形态上来讲,第二期褶皱属于区域性大规模褶皱为主,甚至发育紧闭同斜倒转褶皱,褶皱具明显的转折端加厚、翼部拉薄的现象,沿薄弱层间贯入的石英脉体也被挤压形成香肠构造(图5,图6)。

在形成第二期区域性褶皱构造的同时,也会形成一些中小尺度的褶皱构造,或者说有些中小尺度

的褶皱构造实际上是第二期区域构造的缩影。在二矿区亦发育一些典型的中小褶皱构造,甚至在一个露头上可以清楚地看到第二期褶皱构造与第一期褶皱构造的叠加(图7),也就是说,以早期片麻理($S_1 \approx S_0$)为参考面形成第一期褶皱构造,然后以第一期褶皱构造的轴面(AP_1)为参考面被第二期褶皱构造叠加,或者说第一期褶皱轴面(AP_1)被弯曲褶皱, AP_2 代表第二期褶皱构造的轴面,在本露头上第二期褶皱与第一期褶皱构造为共轴叠加褶皱,即第一、二期褶皱构造的枢纽基本平行。而现今露头第一、二期褶皱构造的枢纽($B_1 \approx B_2$)以中等倾伏角倾斜,则表明了经受了第三期褶皱构造的改造,而在空间上发生了波状起伏。

在变形特征上第二期褶皱构造也不同于第一期褶皱,为了便于分析褶皱作用特征,仍以中小尺度褶皱构造为例(图8),这类褶皱构造往往发育在第二期主体褶皱构造的转折端,其变形特征也具有脆韧性-韧性特征,褶皱中长英质脉体已经被褶皱成一系列背向斜构造,而且相对厚层的(中层)长英质脉体形成了近圆筒状褶皱构造,发育的褶皱劈理呈现

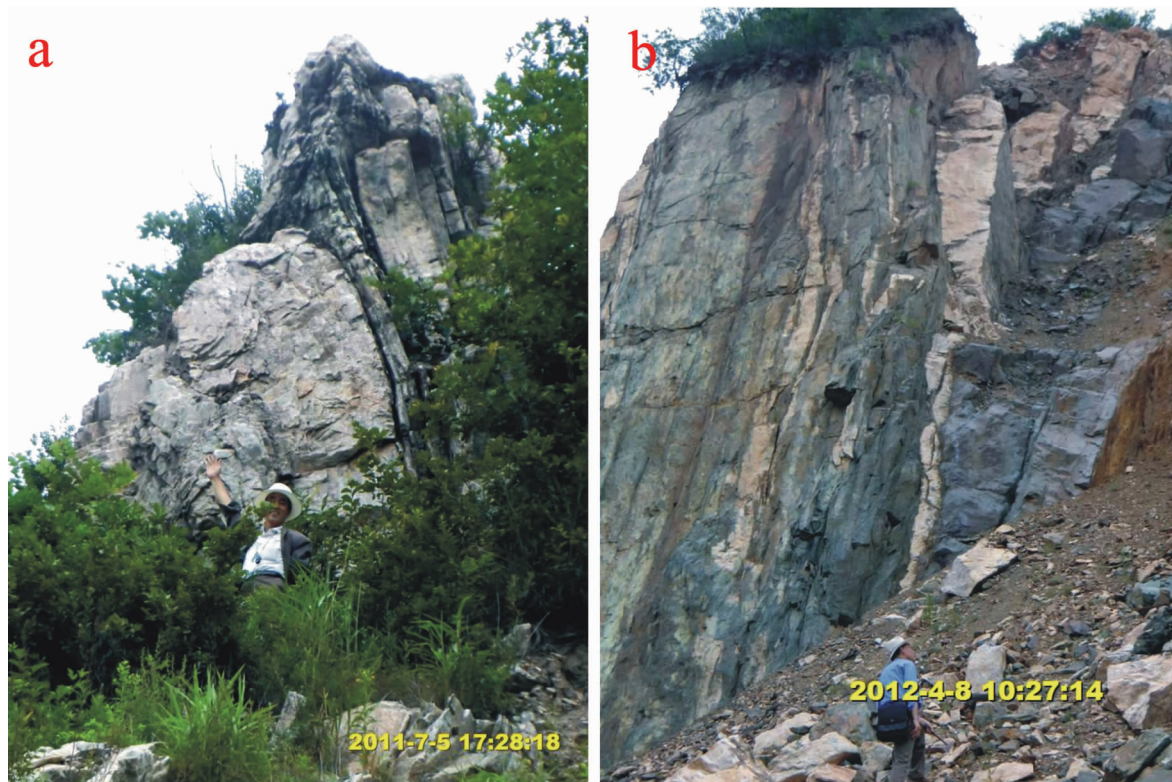


图6 玺龙东沟二矿段第二期褶皱构造照片

Fig. 6 Photo of the second stage fold at Xilongdonggou

a. 第二期褶皱转折端; b. 第二期褶皱片理化和长英质脉体香肠化

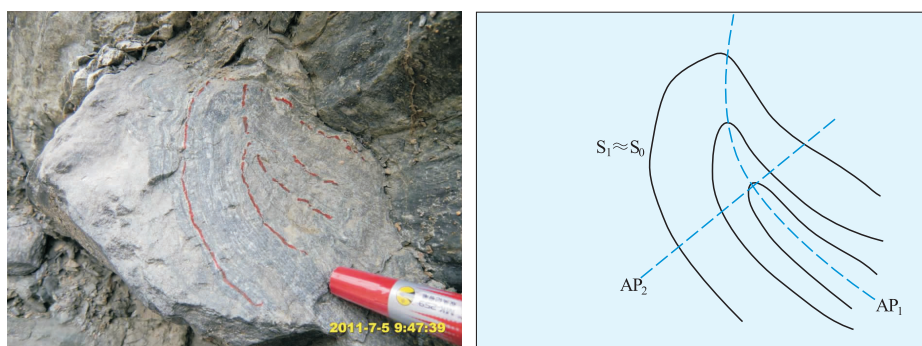


图 7 第二期褶皱与第一期褶皱构造叠加作用特征(二矿段中茨沟南露头)

Fig. 7 Fenture of overprinting of the first and second stage of folds

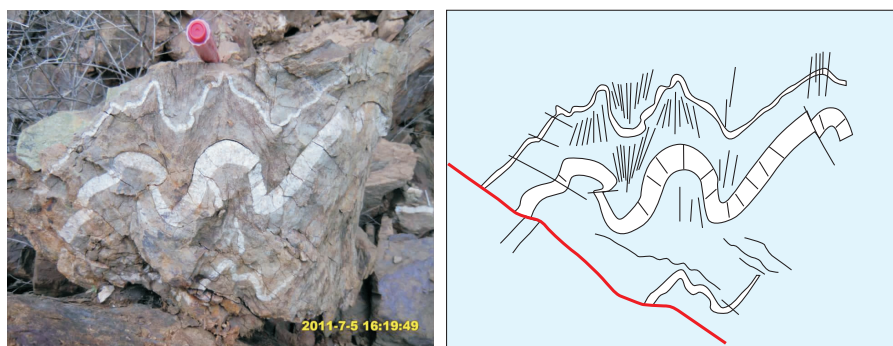


图 8 弓长岭铁矿二矿区第二期褶皱构造特征(玺龙东沟以往采矿掌子面)

Fig. 8 Characteristics of the second stage fold

in the second mining district of Gongchangling iron mine

正扇形特征,表明具有韧脆性特征;而相对薄层(上下层)长英质脉体的褶皱幅度就相对紧闭复杂,变形也要强烈一些,说明其强度相对较低一些;而夹于上中两个长英质褶皱层之间的片麻岩则体现出了韧性为主的特征,被改造成明显的反扇形劈理构造。这些特征均表明它是第二期褶皱构造的特征,区别于第一期小规模强烈的塑性流变褶皱构造,而又有别于第三期韧脆性宽缓型褶皱构造。

在第二期褶皱作用期间及其期后,区域上形成并发育了一系列与褶皱同向的脆韧性剪切带。该类剪切带在产状上与复背斜密切相关,多发育于褶皱,特别是背斜两翼的层间薄弱带或已经存在的构造薄弱面上,也有人从成因上称作褶-断型脆韧性剪切带,最初形成受第二期褶-断作用构造应力场统一变形机制的控制,其后又经历了绿片岩相脆韧性剪切作用等复杂演化历史。

脆韧性剪切带明显不同于早期韧性剪切带,早期韧性剪切带以角闪岩相变质作用环境为主,变形

多以规模较小、流变性较强为特征;第二期脆韧性剪切带则以绿片岩相变质作用环境为主,且多以规模较大线状展布,往往与铁矿层相间排列成带。

2.3 第三期横跨叠加褶皱与韧脆性剪切带

弓长岭二矿区的第三期褶皱作用发生了很大的调整,主压应力方向转变为 NE-SW 向,对第二期近 EW 向主褶皱来讲,发生了大角度的横跨叠加褶皱作用,使第二期 NE 向褶皱发生了 NW 向蛇形弯曲,即以第二期近 NE 向褶皱的轴面为参考面($AP_2 \approx S_2$),发生了蛇形褶皱。

这种褶皱作用在区域规模和中小尺度上均有明显的表现形式,区域上整个二矿区的主期褶皱都发生了蛇状弯曲,以寒岭断裂与偏岭断裂夹持的二矿区为例(图 9),第二期褶皱构造与第一期褶皱构造属于共轴叠加,也就是说第二期褶皱构造的轴面($AP_2 \approx S_2$)应该为 NE-SW 向的陡倾平面,由于第三期褶皱构造为横跨叠加,即第三期主压应力(σ_1)呈 NE-SW 向挤压作用,使第二期褶皱轴面发生了左右

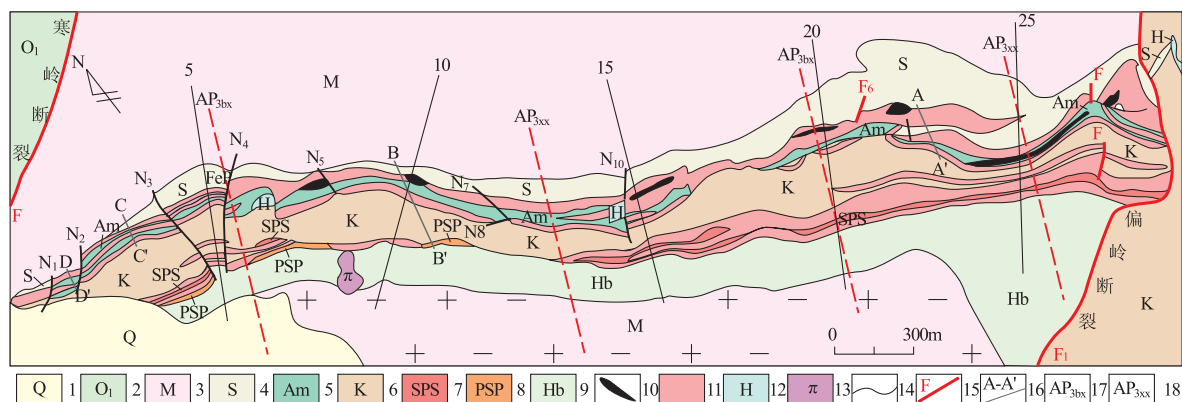


图9 弓长岭铁矿二矿区第二、三期褶皱构造叠加平面图(据文献[7],略有修改)

Fig. 9 Plan map showing overprinting of the second and the third stages of fold in the second mining district of Gongchangling iron mine

1. 第四系; 2. 下奥陶系; 3. 上下混合岩; 4. 硅质岩层; 5. 斜长角闪岩; 6. 黑云变粒岩(K层); 7. 钠长角闪岩、绿泥角闪片岩;
8. 绿泥云母片岩、绿泥角闪片岩; 9. 底部角闪岩; 10. 磁铁富矿; 11. 条带状磁铁石英岩; 12. 绿泥石石榴岩、绿泥片岩;
13. 长英岩脉; 14. 地质界线; 15. 实测及推测断层; 16. 采样剖面; 17. 第三期背形轴面; 18. 第三期向形轴面

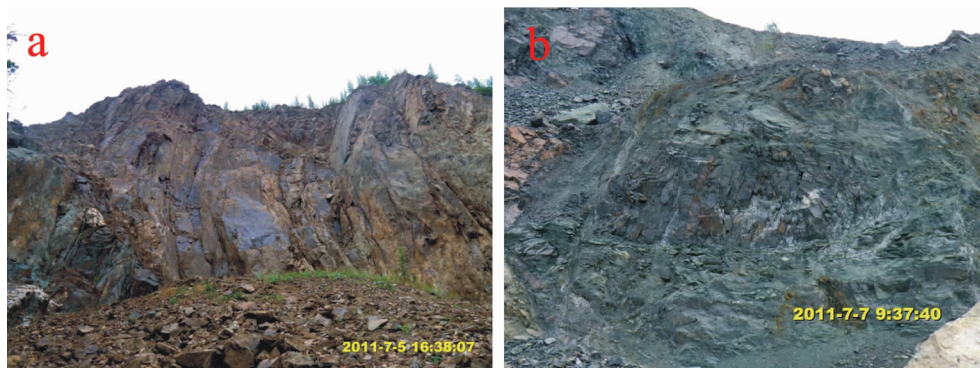


图10 第四期褶皱垂向隆升形成的构造变形

Fig. 10 Deformation resulted from vertical doming of the forth stage fold

a. 玺龙东沟采矿铁矿围岩的纵向弯曲; b. 一矿区垂向隆升形成的两组陡倾节理构造

蛇形摆动,如15线与25线附近为第三期褶皱构造的两个向形构造,构造层面($AP_2 \approx S_2$)向下弯曲,而在5线—10线间和20线附近则为两个背形构造,构造层面($AP_2 \approx S_2$)向上弯曲,形成了区域规模的第三期与第二期褶皱的横跨蛇形叠加形式,也即以第二期褶皱构造的轴面($AP_2 \approx S_2$)为参考面形成第三期褶皱构造,第三期褶皱构造轴面(AP_3)呈陡倾斜,为NE向延伸。

由于第三期主压应力为NW-SE向,与第二期构造线方向呈大角度相交,在第二期脆韧性剪切带上叠加了张扭性或压扭性剪切作用。

2.4 第四期横弯褶皱与区域隆升

燕山运动晚期,弓长岭地区总体进入了垂向运动阶段,外围则发生了大幅度的断陷,最突出的表现是铁岭地区逐渐隆起成山,包括弓长岭铁矿在内的岩浆-变质杂岩裸露,甚至连二矿区陡倾的铁矿层和变质岩系在垂向隆升作用下,均发生了左右波状弯曲,也即形成的第四期褶皱轴面呈近于水平状态(图10a)。而且这种隆升作用波及全区,包括南矿区第二期形成的大平卧褶皱构造核部岩石也产生两组高角度共轭节理,表明第四期主压应力(σ_1)近于直立(图10b)。由于核部强烈的隆升作用,使上盘盖层多被拆离滑脱到外围地区,盆-岭构造格局逐渐显现。



图 11 反映区域隆升作用的张性正断裂和陡倾斜共轭节理

Fig. 11 Extensional normal fault and conjugate joint reflecting regional doming

a. 玺龙东沟铁矿围岩中形成的小规模正断层; b. 多口峪矿区铁矿围岩中两组陡倾节理

区域隆升作用对剪切带的叠加改造表现在两个方面,一是使以往的剪切带不断隆升,逐渐被抬升至浅部,二是在早期韧性剪切带-脆韧性剪切带-韧脆性剪切带的基础上叠加了脆性断裂,使剪切带多次发生剪切(断裂)带力学性质的转变。而且,就总体趋势而言,相对晚期的岩石变形多以脆性变形为主,破裂构造也以较陡倾的张性破裂为主。区内发育了一系列正断层组合,主要表现为包括含有铁矿层的基底变质岩系发生隆升,甚至裸露于地表。上盘盖层则发生拆离或正断,在矿区某些构造部位,古生代寒武-奥陶系与基底变质岩系同处于一个平面上(图 11a)。不同方向、不同规模的张性(正)断裂、陡倾斜的共轭节理也很发育(图 11b),甚至发育一些陡倾的石英脉。外围的边界剪切带活动幅度更大,性质转变形迹更加明显。

3 叠加断裂构造分析

弓长岭铁矿二矿区主体岩层(包括矿层)走向 $120^{\circ}\sim 160^{\circ}$,倾向 NE,倾角 $60^{\circ}\sim 85^{\circ}$ 。矿区从早到晚经历了 4 期褶皱作用,其间夹有强烈的剪切(断裂)作用。本区晚期断裂构造发育,按照断层走向与岩层走向之间的关系,可划分为走向断层和横向断层。

3.1 走向断层

多为逆断层,部分为正断层。走向逆断层多在两种岩性不同、力学性质不同的岩层接触带附近发育,在弓长岭二矿区多在含铁石英岩和角闪岩之间发育。其产状与岩层产状基本一致,多数断裂经历

过多期次活动,包括断裂力学性质的转变。

以第六矿层旁侧断裂为例,它实际上发育在第二期主体褶皱的翼部,是伴随第二期褶皱构造的挤压,由褶皱翼部薄弱岩性层发育起来的逆冲性脆韧性剪切带,并具有一定的展布宽度和很大的(基本平行于第二期褶皱构造)延长,局部可以出现分而复合、合而复分的网状展布,剪切带总体为逆冲压扭性为主。而第三期褶皱作用发生时,区域性 NW-SE 向挤压构造应力场则使剪切带发生了张扭性剪切叠加,断裂性质发生了很大的转变。第四期构造应力场主要表现为区域性隆升为主,对走向断裂的叠加亦是以张性为主,所以,走向断裂多具有复杂的演变特征。

较大的走向断层有:大砬子走向断层、茨山走向断层、磨石沟走向断层、杨木山走向断层等。断裂性质则如上述分析,至于总体上是表现为逆断裂为主,还是正断裂作用为主,则取决于该断裂是第二期构造活动为主,还是第三期构造活动为主,前者多表现为逆断裂特征,后者则表现为正断裂活动为主。

3.2 横向断层

弓长岭二矿区的西北端被区域性寒岭断裂所切割,东南端被偏岭断裂所切割,矿床内的横断层也很发育(图 9)。

寒岭断裂。属于区域性大断裂,位于山嘴子—三星村—阎家堡子一线,从矿区西北端通过,区内长约 15 km,走向 $65^{\circ}\sim 75^{\circ}$,倾向 SE,倾角 $70^{\circ}\sim 85^{\circ}$ 。该断裂性质复杂,具有多期次活动特征,断裂在水平和垂直方向上有较大的位移,水平方向上表现为左行扭动,垂直方向上总的表现为南盘向北逆冲的性质。断裂东南侧(上盘)为鞍山群和混合岩、混合花

岗岩,断裂北西侧为古生代地层,在深部推测含铁岩系被此断层切割。

偏岭断裂。属于二矿区与老弓长岭区的分界线;是矿区最大的横断层,走向 NE,倾向 SE,倾角 $65^{\circ}\sim 90^{\circ}$ 。断层上盘相对往北东错动,其水平错距在百米以上。

寒岭断裂和偏岭断裂是弓长岭铁矿二矿区北西、南东两侧边界断裂,具有多期次活动的特征,早期应该是伴随第二期褶皱构造作用形成的横张断裂,也可能叠加在早期区域构造之上,所以断裂规模较大,形成时具有张性活动。第三期褶皱构造形成时,由于区域性 SE-NW 向挤压构造应力场作用,使断裂被改造为逆冲断裂,发生大幅度逆冲断裂作用,寒岭断裂上盘变质岩系推覆到古生界之上。第四期区域构造隆升作用有使寒岭断裂和偏岭断裂叠加了晚期张性活动,并构成二矿区的北西、南东两侧区域边界。

在弓长岭二矿区除了寒岭断裂和偏岭断裂以外,尚有一系列规模较小的横张断裂(图 9)。

N_1 断裂。位于弓长岭二矿区北西端,断层走向 50° ,倾向 NW,倾角 71° ,该断层斜穿上含铁带,使上盘岩层向西南移动,水平断距 25 m。

N_2 断裂。位于弓长岭二矿区北西段,基本平行于第一横断裂,断层走向 50° ,倾向 NW,倾角 83° ,该断层通过上含铁带,上盘岩层相对向西南错动,水平断距 30~50 m。

N_3 断裂。位于 5 勘探线北西侧,断层走向 58° ,倾向 SE,倾角 85° ,该断裂穿过整个茨沟组,上盘岩层相对向北移动,水平断距 30~50 m。

N_4 断裂。位于 5 勘探线南东侧,断层走向 58° ,倾向 SE,倾角 80° ,该断层通过整个茨沟组,上盘岩层相对向南西移动,水平错距 30~45 m。

N_5 断裂。位于 8 勘探线东南东侧上含铁带中,断层走向 20° ,倾向 SE,倾角 80° ,上盘岩层相对向北东错动,水平断距 10~20 m。

N_7 断裂。位于 12 剖面附近,断层走向近 SN,倾向 W,倾角 75° ,该断层切断了上含铁带,水平断距 5~20 m。

N_8 断裂。位于 12 勘探线附近,断层走向 348° ,倾向 SW,倾角 85° ,该断层切断了上含铁带,水平断距 5~30 m。

N_{10} 断裂。位于 15 勘探线北西侧上含铁带及硅质岩层中,断层走向 $30^{\circ}\sim 50^{\circ}$,倾向 NW,倾角 80° ,该断层上盘相对向南西错动,水平错距 10~15 m。

这些横向断裂实际上与寒岭断裂和偏岭断裂同属于一个断裂体系,只是所处构造位置有所不同,断裂规模较小,经历了第二期褶皱构造的横张断裂作用、第三期褶皱构造的逆冲断裂作用和第四期区域构造隆升的张性断裂作用。因此,横向断裂的活动期次较多,断裂性质较为复杂。

4 结论

弓长岭铁矿二矿段矿田构造解剖表明:①成矿作用经历了多期次强烈的变形变质作用;②变形作用具有从韧性-脆韧性-韧脆性-脆性的演化过程;③褶皱变形对铁矿具有明显的控制作用;④矿体深部铁矿的变富与变形变质期后热液去硅作用密切相关。

致谢:野外地质调研期间得到了弓长岭铁矿及辽宁省国土资源厅、辽宁省地质矿产勘查开发局有关领导的支持与指导,在此表示衷心感谢。

参考文献:

- [1] 周世泰. 鞍山一本溪地区鞍山群变质岩岩石地球化学研究及其条带状铁矿的成矿条件[J]. 中国地质科学院院报, 1987, 16: 139-153.
- [2] 李鸿业, 赵秀德. 鞍山地区鞍山式铁矿区地质构造[J]. 前寒武纪研究进展, 1999, 22(3): 22-29.
- [3] 林伟, 王清晨, 王军, 等. 辽东半岛晚中生代伸展构造——华北克拉通破坏的地壳响应[J]. 中国科学: 地球科学, 2001, 41(5): 638-653.
- [4] 朱大岗, 孟宪刚, 冯向阳, 等. 辽西医巫闾山变质核杂岩构造特征及其岩石组构的动力学分析[J]. 地球学报, 2003, 24(3): 225-230.
- [5] 郑柱, 蓝海洋. 弓长岭富铁矿床地质特征及成因探讨[J]. 现代矿业, 2009(4): 67-70.
- [6] 李厚民. 鞍山式太古宙硅铁质建造型铁矿床模型[M]//毛景文, 张作衡, 裴荣富. 中国矿床模型概论, 北京: 地质出版社, 2012: 332-338.
- [7] 周世泰. 鞍山一本溪地区条带状铁矿地质[M]. 北京: 地质出版社, 1994.

Structural analysis of the second mining district of Gongchangling iron mine in Liaoning province

NIU Shuyin, SUN Aiqin, ZHANG Jianzhen, WANG Baode,

MA Baojun, LI Bin, Wang Zheng

(*Shijiazhuang University of Economics, Shijiazhuang 050031, Hebei, China*)

Abstract: Gongchangling iron deposit is in large size and discovered earlier with a long mining history. To depth ore gets rich. Structural analysis shows that the second mining district was exposed to, at least 4 deformation episodes. The first episode is small plastic flowing deformation of folds, the second episode regional inverted isoclinal folds, the third episode cross overprinting fold, the fourth regional uplift. The four episodic deformations were accompanied by ductile shear zone which is characterized by ductile shear zone-brittle-ductile zone-ductile-brittle zone-brittle fractural zone from early to late. The deformation shows a certain control on formation of the iron ore.

Key Words: structural analysis; fold; fracture; structural control on ore; Anshan-Benxi area