第 14 卷第 1 期	地 质 与 资 源	Vol. 14 No. 1
2005年3月	GEOLOGY AND RESOURCES	March 2005
· 基础地质 ·		

文章编号:1671-1947(2005)01-0001-05 中图分类号:P542 文献标识码:A

大兴安岭北部恩和哈达中侏罗统绣峰组韧性剪切变形

武利文^{1,2} 陈志勇^{1,2} 郭灵俊^{1,2} 张 明¹ (1. 中国地质大学 北京 100083 ; 2. 内蒙古自治区地质调查院,内蒙古 呼和浩特 010020)

摘 要:大兴安岭北部恩和哈达韧性剪切变形带发育于漠河盆地中侏罗统绣峰组砂砾岩地层中,其几何学、运动学、动力学 等特征显示该韧性变形带为由北西向南东近水平右行斜向逆冲型剪切带.在近南北挤压条件下,晚侏罗世—早白垩世同构 造侵位的中酸性岩浆岩为之提供高温热源,促使绣峰组砂砾岩在浅表层发生顺层-切层韧性剪切变形.与之同时,强烈韧 性变形促使砂砾岩中金发生活化迁移,韧性变形带及派生的脆性构造成为成矿流体的重要运移通道和储矿空间. 关键词:恩和哈达,近水平韧性剪切带,绣峰组

研究区位于内蒙古北部恩和哈达,北临俄罗斯,东与黑龙 江省接壤(图1).古生代大地构造位置为西伯利亚板块南东缘 新元古代陆缘增生带上,中生代属滨太平洋构造域大兴安岭北 坡中侏罗世断陷盆地^[1,2],为1:20万区域地质调查空白区. 2000~2002 年在本区开展了 1:25 万区域地质调查, 在恩和哈 达地区中侏罗统绣峰组(含化石 Todites williamsoni, Cladophlebis willamsonil, 代表的时代为 J₁₋₂) • 砂砾岩内发现近水平韧性剪切 带,带内砂砾岩发生了强烈的韧性变形,形成大量变形组构和构



图1 恩和哈达 - 漠河地质构造略图

1—第四系(Quaternary) 2—梅勒图组(Meiletu formation) 3—九峰山组(Jiufengshan formation) 4—漠河组(Mohe formation) 5—二十二站组(Ershierzhan formation) 6—绣峰组(Xiufeng formation) 7—泥鳅河组(Niqiuhe formation) 8—兴华渡口岩群(Xinghuadukou lithologic group) 9—晚侏罗世二长花岗岩(Late Jurassic adamellite granite);10—早白垩世花岗岩(Early Cretaceous granite);11—三叠纪花岗岩(Triassic granite);12—地质界线(geologic bound-ary);13—不整合界线(unconformity boundary);14—性质不明断层(unidentified fault);15—平移断层(strike-slip fault)16—推测断层(inferred fault);17— 推覆断层(thrust nappe fault):18—韧性变形带(ductile shear zone);19—金矿床(点)(Au deposit/spot) 20—研究区位置(studied area)

收稿日期 2004 - 02 - 20 ;修回日期 2004 - 04 - 27. 李兰英编辑.

Fig. 1 Geologic and structural sketch map of Engh Had-Mohe

[●]王忠,武利文,等.1:25万恩和哈达幅区域地质报告.2002.

1 韧性剪切变形宏观展布特征

2

恩和哈达韧性剪切变形总体呈北西西向延伸,向东逐渐转 为近东西—北东东向,构成向南微凸的弧形.研究区内为长度 大于 10 km,宽度约 3 km的带状.韧性断层面产状总体为北北 东倾—北倾.北侧倾角一般较陡,为 10~30°;南侧为8~30°, 局部近直立;中间相对较缓,倾角5~8°,甚至近水平.断面总 体为向北波状缓倾(图2).上下盘岩层的糜棱面理产状与主断 层面产状基本一致,构造变形为简单韧性剪切,且集中于主断 面上,岩石表现为强烈糜棱岩化.近水平右行斜向逆冲韧性剪 切是本构造系统的基本样式.



图 2 恩河哈达韧性剪切变形带构造剖面图

Fig. 2 Tectonic section of the Engh Had ductile shear zone

1—粉砂岩 (siltstone);2—细砂岩 (packsand);3—糜棱岩化细砂岩 (mylonitized packsand);4—糜棱岩化粗砂岩 (mylonitized gravelly gritstone);5—糜棱岩化含砾 粗砂岩 (mylonitized gravelly gritstone);6—糜棱岩 (mylonite);7—糜棱岩化泥灰岩 (mylonitized marlite);8—云斜煌斑岩脉 (lamprophyre vein);9—石英闪 长玢岩脉(quartz diorite vein);10—逆断层(reverse fault)

2 韧性剪切带内各类构造岩的变形变质特征

2.1 宏观特征

韧性剪切变形带内卷入变形的地层主要为中侏罗统额木尔 河群(主要包括绣峰组,其次为二十二站组、漠河组)河流相-湖 相陆相碎屑岩,岩性以中-细粒长石砂岩为主,其次为砾岩、含 砾粗砂岩、粉砂岩、泥岩等. 经强烈的塑性变形,形成糜棱岩化、 糜棱岩、千糜岩、糜棱片岩等各类构造岩,出现了一些新生变质 矿物如绢云母、黑云母、绿泥石、钠长石,局部出现白云母、阳起 石、石榴石等,显示进变质特点.变形存在明显的强弱分带现 象,通常在能干性差的岩石中韧性变形表现强烈,岩层明显剪 薄,伴随的动力变质作用也强,形成的岩石以糜棱岩、千糜岩或 糜棱片岩为主,矿物细粒化明显,出现代表低绿片岩相的变质矿 物如绢云母、绿泥石等,在能干性较强的岩层中多表现为糜棱 岩化现象或强片理化带,基本保留了原岩面貌和原岩岩性组合, 主要表现为岩石中矿物、砾石发生较强的压扁、拉长、旋转变形 以及剪切褶皱,形成一系列具指向意义的变形组构,其中S-C 面理较为发育 S 面理与 C 面理的夹角(θ)值从韧性变形带的边 缘到中心,由大变小(大约为 30~3°).

砂质砾岩原岩经变形后表现为眼球状绢云母糜棱岩化砂砾 岩.岩石塑性变形强烈,各种成分的砾石发生强烈的压扁、拉长 甚至旋转变形,形成纺锤状、杆状、饼状等多种形态,形成指向性 碎斑.通过对变形砾石 x、y、z 三轴的统计,k 值多数小于1,其 结果在富林图解中多数位于 k=1线附近偏下(图3),表明其属 简单剪切,兼具压扁作用.糜棱面理围绕砾石分布,在糜棱面理 上发育大量矿物拉伸线理和新生变质矿物(绢云母、绿泥石等). 局部可见到一翼陡一翼缓的斜歪紧闭型褶皱(图4),显示的运动特征为逆冲式.









图 4 恩和哈达糜棱岩化砂质砾岩剪切褶皱素描图

Fig. 4 Sketch showing a shear fold in mylonifized glutenite

含砾粗砂岩和细砂岩原岩经韧性变形后,形成糜棱岩化砂 岩、长英质糜棱岩.长英糜棱质与新生鳞片状绢云母相间定向 排列构成糜棱面理.

粉砂岩和泥岩原岩变形相对较强,形成千糜岩、黑云母片 岩、绢云糜棱片岩、绿泥绢云母片岩等,出现了大量绢云母、黑 云母、绿泥石,甚至阳起石、石榴石等变质矿物,反映变形变质 程度较深.如果仅从岩石外貌和结构、构造上看很难与区域变 质岩区分,但其往往是一个完整基本层序的顶部层序,是厚度 较薄的细碎屑沉积物,经韧性变形后发生强烈剪薄而成.在 地表出露的宽度一般为5 cm~2 m,常夹于糜棱岩化砂岩之中. 总体呈带状延伸限制于韧性剪切带内,形态多为透镜状,而 且新生矿物的粒度较小,一般为0.1~0.3 mm,肉眼很难识别.

其内部褶皱变形非常发育,但枢纽和轴面产状变化较大, 形态以紧闭同斜为主,属 a 型褶皱,仅发育于韧性变形带中心的 强变形带中(一般在泥质岩石中较发育).同时在糜棱面理上发 育矿物拉伸线理(a 型线理,产状为 10°∠15°),指示的运动方向 为由北向南的右行斜冲,局部偶见左行特征.因此,岩石之间 的变形变质程度的差异,是由于原岩能干性差异所造成的.

2.2 微观特征

在定向薄片中可见到非常丰富的显微构造图像,各矿物表现出不同的变形特征,形成指向性构造,如旋转碎斑、核幔构造、书斜式构造等.

2.2.1 长石的变形特征

主要包括斜长石和钾长石,变形后二者通常呈残斑状,除 少数保留板状双晶外,大部分被绢云母、方解石取代,但仍保留 眼球状外形,大小一般为0.5~0.8 mm,在眼球体两端均发育着 由基质矿物形成的不对称拖尾,显示出右行剪切的运动学特 征.局部可见到由钾长石形成的核幔结构,核是晶内变形的大 矿物颗粒,幔是指围绕核分布的钾长石矿物小颗粒,这些小颗 粒是经过重结晶形成的 基本无粒内应变(图 5).



图 5 眼球状绢云千糜岩钾长石形成的核幔构造(镜下)素描图 Fig. 5 Sketch showing kernel structure of potash feldspar in sericite phyllonite

2.2.2 石英的变形特征

重结晶石英多为粒状镶嵌集合体,具位错集中、攀结、缠结现象,呈断续带状平行片理分布,发育矩形边结构,显示清晰的拉长流动构造. 单晶石英拉长成透镜状,长宽比为2:1~3:1, 具波形消光、带状消光. 部分石英内部由若干石英亚颗粒组成,发育核幔结构,揭示了石英塑性流变特征. 2.2.3 云母类矿物变形特征 云母类矿物主要以绢云母为主,少量出现黑云母.绢云母 多呈小于 0.1 mm 的显微鳞片状,密集定向排列形成发育的片 理构造.黑云母呈 0.1~0.05 mm 左右的细片状、等轴状不均 匀散布.部分黑云母集合体呈拉长的透镜状,平行片理分布. 2.2.4 方解石变形特征

在糜棱岩化条带状结晶灰岩中,方解石粒内变形较弱,主 要表现为被一组或两组剪裂隙分割而形成的书斜式构造,显示 的运动方向为右行.

以上各类矿物的变形特征、运动学标志均显示出右行韧性 剪切变形的特点.

3 运动学特征

依据以上所述的各类构造岩宏微观变形特征以及发育于 糜棱面理上的大量矿物拉伸线理、杆状构造等线状构造的产状 (总体较为平缓,倾向北西,倾角2~10°),该韧性变形带是以顺 层剪切滑动为主要特征,总体运动学特征为上盘岩石相对下盘 岩石由北西向南东右行斜向逆冲韧性剪切。

4 韧性剪切变形带形成机制

本区韧性剪切变形是在近南北向挤压体制下形成的,且韧 性变形集中出现于下盘岩系中.沿密集的糜棱面理出现大量新 生变质矿物(如绢云母、绿泥石、黑云母),显示出低绿片岩相动 力变质特征,按照传统观点应为中、下地壳(10~15 km 以下) 400~550℃、0.2~1.0 GPa 温压条件的构造变形.但本区所处 的位置为中生代漠河断陷盆地中,其内地层的总厚度也不过千 米,在布格重力异常图中显示的低缓正异常也证实了这一点, 显然难以达到这一要求、因此,对该区韧性剪切的形成机制提 出疑问.经过进一步研究,在区内和东邻区发现有大量同构造 侵位的晚侏罗世—早白垩世酸性侵入体 (包括隐伏岩体)、次浅 成侵入岩和中基性火山岩的出露.结合 Lister 和 Baldwin 提出 的地热梯度异常高,特别是同构造侵位岩浆岩所引起的短暂热 事件可以影响岩石的韧性变形,形成糜棱岩带这一结论^[3],以及 事实已证明的,在特殊的环境下,比如岩浆侵入的热源提供、比 较丰富的水的参与及长时间的作用下,韧性变形的温压条件可 以放宽,均给了我们启示.区内在晚侏罗世--早白垩世同构造 侵位岩浆岩提供高温热源,近南北向挤压体制下,尽管压力不 足,绣峰组砂砾岩仍可发生顺层韧性剪切滑动,形成规模较大 的长英质糜棱岩带也就不难理解了,本区韧性变形就是一个很 好的例子,由此,也可以得出本区韧性变形形成的构造层次应 为浅表层次。

5 形成时代探讨

该韧性变形剪切所切割的最新地层为中侏罗统绣峰组的 砂砾岩(含化石 Todites williamsoni, Cladophlebis willamsoni),代表 的时代为 J₁₋₂),结合我国燕山运动在中侏罗世到晚侏罗世—早 白垩世的构造应力场由拉伸转为逆冲挤压体制的特征以及本 区韧性变形带的挤压机制,可以确定该韧性变形带形成于晚侏

3

罗世—早白垩世.

6 韧性剪切变形与金矿的关系

漠河盆地是非常重要的金、铜成矿区,研究区虽只是该盆地 西段的一部分,仍有较明显的显示.金矿类型主要为岩金和砂 金两种类型,且以砂金为主.目前发现的金矿点14个,其中岩 金矿约6个,规模一般为中小型(见图1).其成因类型较为复 杂,各家认识分歧较大.从其分布位置看,主要位于韧性变形带 与脆性断裂或脆性断裂与脆性断裂的交汇处,靠近晚侏罗世侵 入体与围岩的接触部位等地,显示出与断裂构造和晚侏罗世侵 入岩的密切相关性.

对漠河盆地中额木尔河群陆源碎屑岩的研究显示其金丰度

值较高(见表 1)[●]. 平均为 135.3×10⁻⁹,大约为黎彤等(1981) 地壳平均值丰度(3.5×10⁻⁹)的 38.7倍.而强烈逆冲韧性剪切 变形带中金平均丰度值为 16.6×10⁻⁹[●];仅为未变形同类岩石 的 1/10,明显偏低,说明韧性剪切变形使碎屑岩中的金发生了 贫化迁移.晚侏罗世中酸性岩体(包括隐伏岩体)、岩株及次火 山岩等常位于矿点(床)附近.同时与韧性变形带相匹配的北东 向、北西向压性断裂面或近南北追张裂隙及侵入岩冷却时产生 的 L 型结构面等,无疑都是有利于矿液运移、富集的导矿、容矿 构造.由此,晚侏罗世侵入岩为韧性剪切变形带来热源,使韧性 剪切变形岩石中的金活化而重新迁移,在脆性断裂及其交汇部 位富集形成矿体是本区金矿形成的一种模式^[5].这与成矿流体 从封闭体系突然进入开放体系引起的减压沸腾作用有关.

表 1 恩和哈达地区额木尔河群金元素丰度 Table 1 Gold abundance of Emurhe group in Engh Had

剖面名称	毛河 – 恩河哈达									砂宝斯 – 老沟							兴华沟 – 洛古河				
样品号	15-1	15-2	15-3	15-4	15-5	15-6	15-7	15-8	15-9	17-1	17-2	17-3	17-4	17-5	17-6	17-7	17-8	17-9	17-10	17-11	17-12
金含量	820	36	257	100	90	130	66	132	74	323	33	31	48	387	97	133	31	10	16	16	10
岩 性	基本未变形砂岩								基本未变形砂岩							强变形砂岩					

据权恒,张炯飞等(2000),含量单位:10-9

7 结论

恩和哈达近东西向韧性变形带发育于漠河盆地内,是在晚 侏罗世—早白垩世区域挤压应力场^[6]作用下形成的,运动学特 征为右行斜向逆冲剪切.其形成机制是同构造侵位岩浆岩提供 的高温热源,在压力不足的条件下,经差异应力作用发生顺层韧 性滑动的结果,表明了糜棱岩的形成不仅与一定的埋深和温度 有关,而地热梯度异常高,特别是同构造侵位岩浆岩的参与情况 下也可以形成,代表了浅表层次的构造变形.

另外区内大量岩金和砂金矿的发现,确定了该区是非常重要的潜在金矿基地,金矿的形成与强烈的逆冲韧性剪切变形以 及派生的断裂构造有着重要的关系.综合以上的分析,得出本 区在绣峰组金高背景值的前提下,经南北向挤压体制作用,晚侏 罗世中酸性侵入岩(包括隐伏岩体)为韧性变形提供了高温热 源、矿化热液,韧性变形带和派生脆性断裂构造作为导矿、容矿 构造的情况下,造就了本区金富集成矿.所以,本区金矿的寻找 应在韧性变形带的边部、侵入岩附近的脆性断裂及其交汇部位 中进行.开发利用这些金矿资源,近东西向韧性变形构造及派 生构造的深入研究当应先行.只有如此,才能达到事半功倍的 效果.

参考文献:

- [1]内蒙古自治区地质矿产局.内蒙古自治区区域地质志(M).北京 地 质出版社,1991.
- [2]张国伟 董云鹏 裴先治 等.关于中新生代环西伯利亚陆内构造体 系域问题[J]. 地质通讯,2002,21(4~5):198—201.
- [3]宋鸿林.关于变质核杂岩构造特征的几个问题[J]. 地质通讯 2002, 21(4~5):194.
- [4]李述靖 ,等 . 蒙古弧地质构造特征及形成演化概论[M]. 北京 :地质 出版社 ,1998.
- [5]张炯飞,王显忠,权恒,等.德尔布干(北片)成矿条件初步研究[J]. 地质与资源,2001,10(4) 220—224.
- [6]马寅生,崔盛芹,曾庆利,等.燕山地区燕山期的挤压与伸展作用[J]. 地质通讯,2002,21(4~5)218—223.

(下转第36页)

●权恒, 张炯飞, 等.得尔布干成矿区(北片)有色、贵金属成矿与综合信息靶区预测报告,2000.

4

京 地质出版社,1993. [4]张秋生,刘连登. 矿源与成矿. 北京 地质出版社,1982. [5]宋叔和,等. 中国矿床(中册)[M]. 北京 地质出版社,1994. [6]陈毓川 编.中国主要成矿区带矿产资源远景评价[M]. 北京 :地质 出版社,1999.

THE GEOLOGIC FEATURES OF BAIGANHU W-Sn DEPOSIT IN EAST KUNLUN MOUNTAINS, XINJIANG

LI Hong-mao, LIU Zhong, SHI You-dong, WANG Su, WANG Zheng-Ke (Jilin Institute of Geological Survey, Changchun 130061, China)

Abstract: The Baiganhu W-Sn deposit, occurring in the metamorphic rock series of Paleoproterozoic Jinshuikou Group, is closely related to the Caledonian acidic intrusive rocks. The studied area is with a high geochemical background of W element. The enrichment coefficients of W range from 9. 57 to 25. 30 in various geologic bodies. Total 17 ore bodies have been discovered with scheelite ore of skarn type and wolframite ore of quartz vein type. The deposit belongs to the stratabound hydrothermal superimposed type of W-Sn deposit.

Key words: acidic intrusive rock; W-Sn deposit; origin of ore deposit; Xinjiang

作者简介 :李宏茂(1964—),男,工程师,1984 年毕业于长春地质学校地质矿产勘查专业,1989 年毕业于长春地质学院地质系,通 讯地址 吉林省长春市南昌路 2 号,邮政编码 130061.

(上接第4页)

36

THE ENGH HAD DUCTILE SHEAR DEFORMATION OF MIDDLE JURASSIC XIUFENG FORMATION IN THE NORTHERN PART OF DAXINGANLING, INNER MONGOLIA

WU Li-wen^{1,2}, CHEN Zhi-yong^{1,2}, GUO Ling-jun^{1,2}, ZHNG Ming¹

(1. China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 2. Institute of Geological Survey of Inner Mongolia, Hohhot 010020, China)

Abstract: The Engh Had ductile shear zone occurs in the glutenite of Middle Jurassic Xiufeng formation in Mohe basin in the northern part of Daxinganling Mountains. The geometric, kinematic and dynamic characteristics show that the ductile shear zone is dextrally slanted thrust-shear zone from northwest to southeast. In the condition of compression from south to north, with a heat source provided by the syntectonic acid-intermediate magnatic rock, the ductile shear deformation took place in the glutenite of Xiufeng formation along or across layers. At the same time, the strong ductile deformation promoted the activation and migration of Au in the glutenites. The ductile deformation zone and derived brittle structures perform the transferring channels for ore-forming fluid and space for ore deposition.

Key words: Engh Had; near-horizontal ductile shear zone; Xiufeng formation

作者简介:武利文(1966—),男,高级工程师,1990年毕业于中国地质大学(北京)地质系,现就读中国地质大学(北京)硕士,从事 区域地质调查工作,通讯地址内蒙古呼和浩特市大学路10号内蒙古自治区区域地质调查院,邮政编码010020.