文章编号:0258-7106 (2004) 01-0107-08

大兴安岭东南部太平山地区断裂控矿作用及控矿应力场

方 曙 王永祥 李立新
(内蒙古自治区第十地质矿产勘查开发院, 内蒙古 赤峰 024005)

摘 要 根据控矿断裂构造的分期配套及其交切关系研究,发现大兴安岭东南部太平山地区内生金属矿床的形成与中生代多次转换的区域构造应力场及其所形成的断裂直接相关。太平山地区在中生代经历了 4 期具不同区域构造应力场的控矿构造运动: ①晚侏罗世晚期至早白垩世早期,形成 NEE 走向的矿化隐爆角砾熔岩带; ②早白垩世晚期,造成了大量近 EW(或 NWW)和 NW(或 NNW)走向的共轭张-张扭性断裂,该期为主成矿期; ③晚白垩世,形成并复活了近 SN 向(或 NNE 向)和 NE65°的两组共轭张扭性断裂,沿断裂充填了中酸性脉岩和铁矿; ④晚白垩世之后,发育 NNW 向挤压的区域构造应力场。

关键词 地质学 断裂控矿作用 控矿应力场 太平山地区
中图分类号:P613 **文献标识码**:A

太平山地区位于大兴安岭中南段的南东坡,属于大兴安岭成矿带、哲斯-乌兰浩特成矿亚带、巴林右旗-扎鲁特旗铜铁成矿束的北东部。区内已发现铜多金属矿床和矿(化)点多处。对大兴安岭成矿带成矿规律的研究是众多地质矿产学家关注的问题,已有许多论文(赵一鸣等,1994;徐志刚,1993)和专题研究报告❶❷对大兴安岭成矿带或其中的部分地区从多种角度进行了成矿规律的论述。但在构造控矿研究上多比较笼统,很少从几何学角度定量或定性地测量控矿断裂的运动性质,以及对控矿断裂进行分期配套,分析控矿构造应力场。本文将根据笔者一年多来在太平山地区开展的矿产调查及成矿规律研究,结合笔者在参加 1∶5 万区调工作中,对内蒙古东南部中生代构造应力场多次转换的认识(方曙等,2002)及工作中积累的有关资料,对太平山地区的控矿构造进行分期,并讨论该地区断裂构造及构造应力场与矿产之间的关系。

1 区域地质背景

太平山地区位于松辽地块北西侧的内蒙古大兴安岭褶皱系的南东缘(图 1)。出露地层有下二叠统海相蚀变火山岩、变质碎屑岩、结晶灰岩,上二叠统陆相变质碎屑岩,下侏罗统浅变质碎屑岩夹煤层,中侏罗统浅变质碎屑岩,上侏罗统中酸性火山岩、火山碎屑岩、碎屑岩,其中矿(化)体主要产于二叠系中。侵入岩出露较少,主要为早白垩世早期 NEE 向、NNE 向展布的花岗斑岩株、长石斑岩株和花岗岩株(巴颜塔拉北东花岗岩同位素年龄 125 Ma❸),早白垩世晚期 NW 向展布的花岗岩体(汉山花岗岩体同位素年龄 109.7 Ma❸)和近 EW 向、NW 向的花岗斑岩脉,晚白垩世近 SN 向、NEE 向的花岗斑岩脉、闪长玢岩脉、闪长岩脉等。其中早白垩世晚期花岗斑岩中铜、铅、银等成矿物质大量富集❹,成为成矿最有利的地质体。实际上,水泉、香山、油篓山等矿床和许

第一作者简介 方曙,男,1964 年生,高级工程师,从事区域地质矿产调查和矿产研究工作。
收稿日期 2002-03-25; 改回日期 2003-05-08。张绮玲编辑。

❶ 内蒙古区调二队. 1988. 大兴安岭中南部中生代地层火山岩火山构造及成矿规律.
❷ 内蒙古地矿局,地矿部矿床地质研究所, 等. 1992. 内蒙古东南部铜多金属成矿条件及矿产预测.
❸ 辽宁省区测二队. 1972. 1∶20 万扎鲁特旗幅区调报告(测试方法不详).
❹ 原地矿部第二综合物探大队. 1993. 1∶20 万扎鲁特旗幅地球化学图说明书(水系沉积物测量).

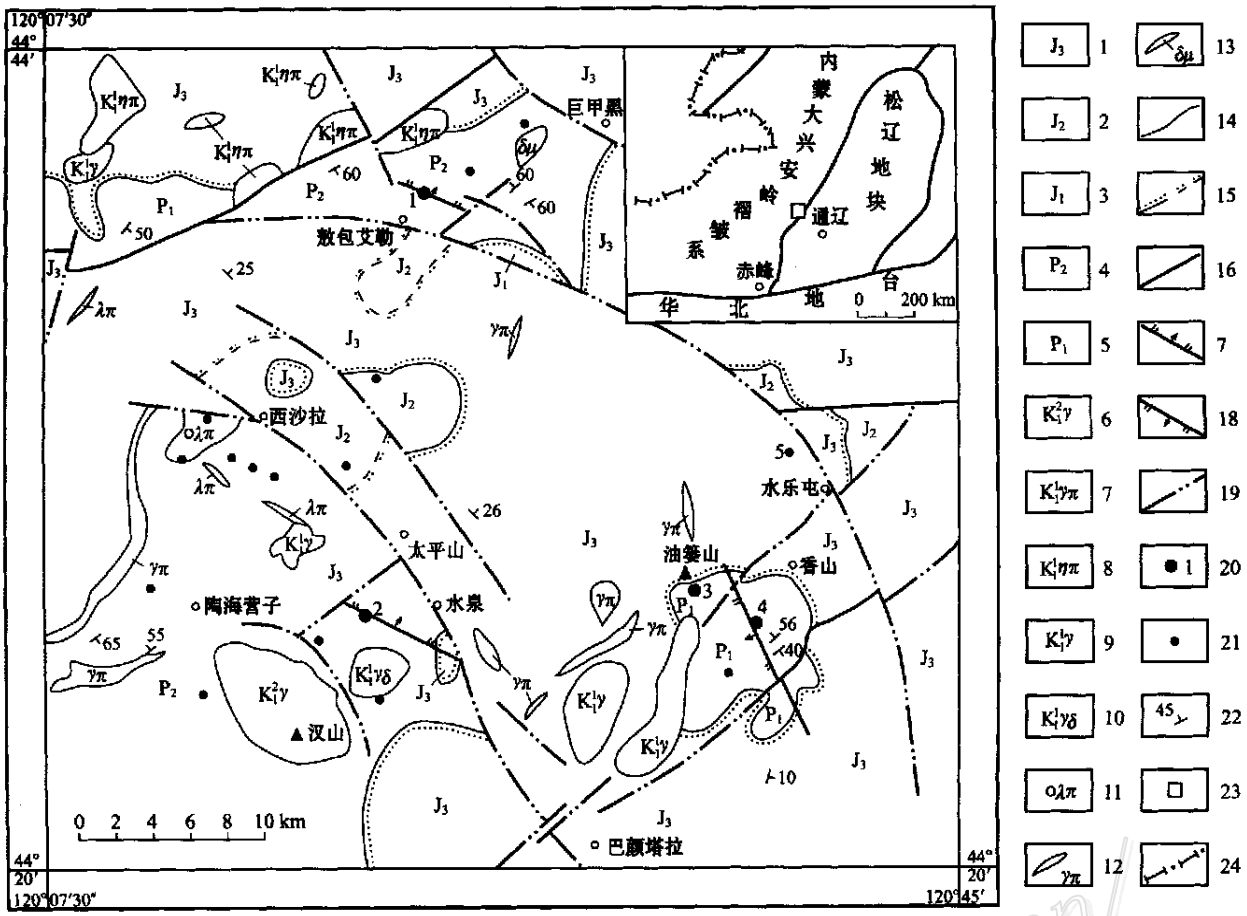

图 1 太平山地区地质矿产略图

1 —上侏罗统 ;2 —中侏罗统 ;3 —下侏罗统 ;4 —上二叠统 ;5 —下二叠统 ;6 —早白垩世晚期花岗岩 ;7 —早白垩世早期花岗斑岩 ;8 —早白垩世早期二长斑岩 ; 9 —早白垩世早期花岗岩 ;10 —早白垩世早期花岗闪长岩 ;11 —晚侏罗世次斜长流纹斑岩 ;12 —花岗斑岩脉 ;13 —闪长玢岩脉 ;14 —地质界线 ;15 —不整合界线 ;16 —性质不明断层 ;17 —正-右行斜滑断层 ;18 —左行-正斜滑断层 ; 19 —卫片解译断层 ; 20 —矿床及编号 ;21 —矿点 ;22 —产状 ; 23 —研究区 ; 24 —国界

Fig .1 Diagrammatic geological map of Taipingshan area

1 —Upper Jurassic ; 2 —Middle Jurassic ; 3 —Lower Jurassic ; 4 —Upper Permian ; 5 —Lower Permian ; 6 —Late Lower Cretaceous granite ; 7 —Early Lower Cretaceous granite porphyry ; 8 —Early Lower Cretaceous monzonite porphyry ; 9 —Early Lower Cretaceous granite ; 10 —Early Lower Cretaceous granodiorite ; 11 —Upper Jurassic plagioclase rhyolite porphyry ;12 —Granite porphyry vein ; 13 —Dioritic porphyrite vein ;14 —Geological boundary ; 15 —Unconformity ;16 —Fault ; 17 —Normal-dextral oblique slip fault ; 18 —Sinistral-normal oblique slip fault ; 19 —Fault from satellite image interpretation ; 20 —Mineral deposit and its serial number ; 21 —Ore spot ; 22 —Attitude ; 23 —Study area ; 24 —National boundary

多矿点中 NW 向展布的矿(化)体都与同方向的花岗斑岩脉紧密共生,后者为矿(化)体形成的主要矿源和热源。断裂构造以 NE 向和 NW 向最为发育(图1中的区域性卫片解译断裂多为第四系覆盖的冲沟或河谷),其次为近 EW 向、NEE 向、NNE 向、近 SN 向、NNW 和 NWW 向,其中 NWW-NW-NNW 向断裂为研究区主要的运矿和储矿构造。褶皱构造主要发育在二叠系构造层中,多为轴向 NE-NEE 的开阔-紧闭线性纵弯褶皱。

2 矿床基本特征

区内已有小型矿床 4 处(包括敖包艾勒铅锌矿床、水泉铜多金属矿床、油篓山铅锌矿床、香山铜多金属矿床)、矿点 18 处(包括山河乡铁矿点、西沙拉牧场铜矿点、小水泉铜矿点等)。矿床、部分典型矿点的地质特征见表 1。

http://www.kcdz.ac.cn/

表 1　太平山地区矿床及典型矿点地质特征

Table 1　Geological characteristics of ore deposits and typical ore spots in Taipingshan area

矿床(点)名称及赋矿围岩	控矿岩浆岩	矿(化)体			矿床类型	金属矿物组合	热液蚀变
		形　状	走　向	规　模			
敖包艾勒铅锌矿床							
一期上二叠统变质砂岩	上侏罗统次流纹岩	带状、楔状	近 NE65°	地表宽 25 m,长 > 70 m	隐爆角砾岩型	主要为闪锌矿、方铅矿,少量黄铜矿、黄铁矿、磁黄铁矿、方黄铜矿、褐铁矿等	硅化、绢云母化、高岭土化、绿泥石化
二期上侏罗统次流纹岩、上二叠统变质砂岩		脉状	NWW 向(NW、NNW)	长 20 ~ 50 m,宽 0.2 ~ 1 m。3 条矿体(近 10 条矿化体)	热液交代-充填型		
水泉铜多金属矿床							
上二叠统变质砂岩	花岗斑岩、石英斑岩、流纹斑岩	脉状	NWW 向为主,其次为 EW、NW 和 NNW	长一般 30 ~ 100 m,最长达 230 m,宽一般 2 ~ 5 m 最宽 12 m。19 条矿体	热液交代-充填型	主要为闪锌矿、方铅矿、黄铜矿、黄铁矿,少量铜蓝、磁黄铁矿、方黄铜矿和褐铁矿、孔雀石、铅钒等氧化物	硅化、绢云母化、碳酸岩化、绿泥石化
油篓山铅锌矿床							
下二叠统变质砂岩夹结晶灰岩	花岗斑岩	鞍状、楔状	顺层	长一般 50 ~ 150 m,宽一般 2 ~ 8 m。12 条矿体	夕卡岩型	主要为方铅矿、闪锌矿、黄铁矿,局部有黄铜矿、磁铁矿、赤铁矿等,氧化矿物有白铅矿、铅钒、孔雀石、褐铁矿等	绿帘石化、绿泥石化、碳酸岩化、硅化
香山铜多金属矿床							
下二叠统变质砂岩	花岗斑岩	脉状楔状、豆荚状	NW 向、NNW 向、NEE 向	长一般 40 ~ 210 m,宽一般 1 ~ 5 m。7 条矿体 长一般 80 ~ 440 m,宽一般 1 ~ 9 m。5 条矿体	热液交代-充填型	主要为方铅矿、闪锌矿、黄铁矿,局部有黄铜矿、磁铁矿、赤铁矿等,氧化矿物有白铅矿、铅钒、孔雀石、褐铁矿等	硅化、绿泥石化、绢云母化、碳酸岩化
山河乡铁矿点							
上侏罗统酸性火山碎屑岩		似层状、脉状	顺层、NNE 向、NEE	长一般 10 ~ 100 m,宽一般 0.5 ~ 2 m。4 条矿体 长 > 10 m,宽 0.2 m。2 条矿体	热液充填型	褐铁矿、赤铁矿、磁铁矿	
西沙拉牧场铜矿点							
上二叠统变质砂岩、晚侏罗世次斜长流纹斑岩	石英脉	脉状、细脉浸染状	NW 向、NNW 向、近 SN 向和 NNE 向	长 > 200 m,宽 1 ~ 3 m。6 条矿体	热液交代-充填型	孔雀石、铜蓝、褐铁矿	硅化

3　断裂控矿作用及控矿应力场

3.1　研究方法及手段

断裂构造是地壳构造应力释放的最有效和最直接的产物,其呈现的几何组构特征(形态和位态),记载着其形成时的运动特征及其应力状态。定量或定性地观测控矿断裂的产状、规模及其断盘、断面和断裂内的几何组构特征,分析断裂的运动性质,对不同方向、不同运动性质的断裂进行分期配套,是研究断裂控矿及控矿构造应力场的有效手段。野外观测中,除断面上的擦痕线理和断盘上的派生构造可以直接判断断裂的运动性质外,根据断裂活动时造成的断层角砾(岩)的几何组构形态亦可半定量地分析断层在水平分量和垂直分量上的运动状态(方曙,2001;安欧,1992),关键是区分角砾(岩)是反映张-张扭性结构面的菱形构造角砾还是反映压-压扭性结构面的透镜状角砾,两者在形态上明显不同,各自反映的运动性质和方向截然相反。菱形构造角砾形态呈现大小不一的菱形块状体,菱形的钝角和锐角都棱角分明,其大多发育在张-张扭性断裂中,菱形角砾长轴方向与断面夹角指示对盘运动方向;而透镜状角砾形态为透镜状或眼球状或钝角呈圆浑状的菱形,其大多发育在压-压扭性断裂中,透镜状角砾长轴方向与断面夹角指示本盘运动方向。正确的区分两者,对控矿断裂的规律性研究及控矿构造应力

http://www.kcdz.ac.cn/

场的分析具有重要意义。

定量、定性地确定了断裂(包括控矿断裂)的运动性质后,再进行控矿断裂的配套以及分析控矿构造应力场,结合地质体的形成年代、不同构造应力场形成的断裂之间的相互关系以及与区域性地质事件进行对比分析等,最终找出控矿断裂和控矿构造应力场的规律性。

3.2 控矿断裂和控矿构造应力场

不同成矿期的不同构造应力环境,形成了不同方向组合的控矿断裂及不同类型的矿床。研究区内矿床、矿点可划分为4个成矿期、4种成矿类型(或系列),其中敖包艾勒(第一次成矿)、西沙拉牧场、山河乡和水泉等矿床(点)分别代表该4个成矿期、4种成矿类型,而敖包艾勒(第二次成矿)、水泉、香山和油篓山等矿床以及小水泉等矿点则属同一成矿期的同一成矿系列。这些矿床及其不同矿脉中金属矿物的生成顺序及成矿阶段一致、控矿断裂所受的区域构造应力场一致,时空及成因上关系密切❶。

3.2.1 敖包艾勒铅锌矿控矿断裂及构造应力场

敖包艾勒铅锌矿(图1,1号矿床)出露在研究区北部,主要赋存于上二叠统林西组砂岩之中的晚侏罗世白音高老期次浅成流纹岩筒之中(图2)。岩筒平面近圆形,直径100 m,在NE向和SW向分别延伸出与岩筒一体的流纹岩脉,走向NEE60~70°,宽1 m。平面上岩筒被走向NWW290°的断层左行错开近40 m,在断层通过岩筒西半部地带,可见自碎角砾状流纹岩和流纹的左行拖曳现象,反映出该断层的左行活动与流纹岩的侵位近于同期。在岩筒东南部发育流纹质角砾熔岩带,总体走向NEE,倾向SSE(岩带NW边界见有走向NNE20°的楔状分支穿入流纹岩之内,其与主带为共轭关系)。根据该带的两侧边界地表露头和20 m浅井及井下平巷揭露,该带为上陡下缓、上宽下窄的梨状体,地表最宽达25 m,长大于70 m。该带的侵位比流纹岩晚(与流纹岩接触处,角砾熔岩半定向并平行接触界面分布,而北西侧的流纹面理则与界面大角度相交),带中角砾主要由棱角状-浑圆状的流纹岩和少量砂板岩构成,基质为浅灰色的酸性熔岩。角砾熔岩普遍铅锌矿化,且已达到工业品位。铁闪锌矿、方铅矿及次闪石等矿物分布于角砾熔岩之中,呈浸染状及囊状。在角砾熔岩带内部及附近发育6条相互平行、雁行式展布

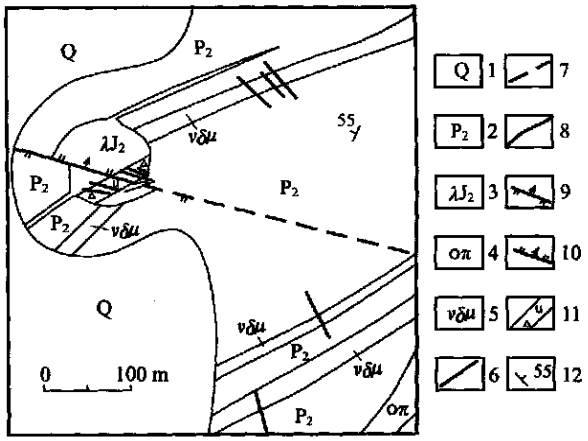

图2 敖包艾勒矿床(部分)地质简图

1—第四系;2—上二叠统;3—晚侏罗世次流纹岩;4—长石斑岩;5—辉石闪长玢岩;6—断层;7—推测断层;8—矿(化)体;9—早期的左行-逆斜冲断层;10—成矿期的正-右行斜滑断层;11—含矿角砾熔岩带;12—产状

Fig.2 Geological sketch map of the Aobaoaile ore district

1—Quaternary; 2—Upper Permian; 3—Late Jurassic subrhyolite; 4—Feldspar porphyry; 5—Gabbro-diorite porphyrite; 6—Fault; 7—Inferred fault; 8—Ore (mineralization) body; 9—Early Sinistral oblique thrust; 10—Normal-dextral oblique slip fault of the ore-forming stage; 11—Ore-bearing brecciated lave zone; 12—Attitude

的继承性断裂带,走向285~290°,宽0.2~0.7 m,长20~50 m,产状15~20°∠70~78°,其中3条断裂中充填了宽窄不一的脉状富矿体。未被矿脉充填的一条走向285°、产状15°∠78°、宽30 cm(强烈破碎带宽10 cm)、长大于30 m的断层,其几何特征反映出这组断层的运动性质为正-右行斜滑断层,证据如下:①上盘小角度剪切羽裂平面走向295~300°,剖面近直立,并由此造成反阶步,反映出运动性质为平面右行、剖面上盘下滑(图3);②破碎带发育菱块状角砾,长轴走向320°,反映出右行的运动性质;③擦痕不明显,但可见明显的阶步,阶步前缘线理侧伏向NWW向,侧伏角50°,反映出以水平运动为主的正-右行斜滑运动性质。另外在岩筒外围上二叠统砂岩之中还发现有近10条矿化脉,走向300~340°,多陡立。从矿(化)脉与岩筒及矿化角砾熔岩的几何关系及不同构造应力场,可以判断该矿床经历了两次成矿作用。

第一次成矿与岩筒及角砾熔岩的控岩、控矿断裂有关。区域上(内蒙古东南部)晚侏罗世形成的岩脉和次火山岩体,主体沿近EW向和NE向延伸,且

❶ 内蒙古第十地质矿产勘查开发院. 2002. 太平山地区1:5万矿产调查及成矿规律专题研究报告.

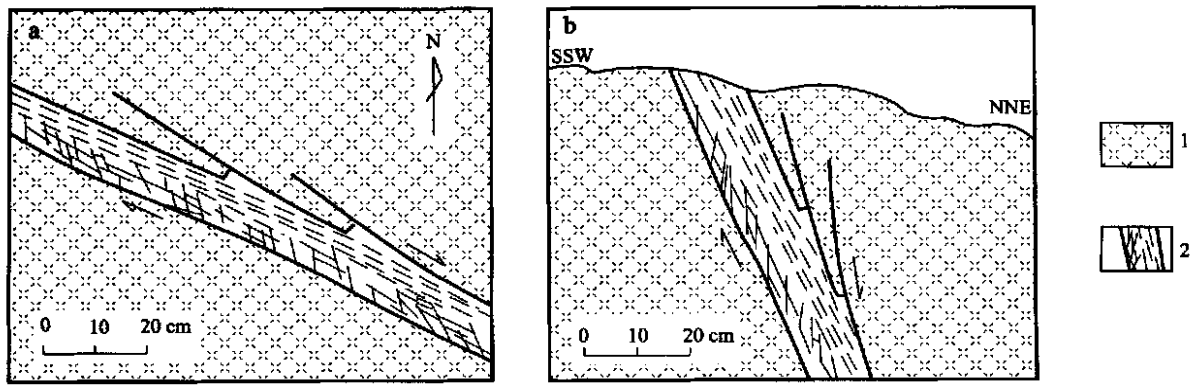

图 3　断层平面(a)和剖面(b)示意图

1 —流纹岩;2 —断层带

Fig.3　Diagrammatic plan (a) and profile (b) of the fault

1 —Rhyolite;2 —Faulted zone

这两组方向多共轭产出(根据近些年来 1∶5 万区调资料)。结合晚侏罗世形成的断裂运动特征及其配套分析(方曙等,2001;2002),该期的区域构造应力场为 NE 向挤压、NW 向拉张,并形成了大量的近 EW 向和 NEE 向左行张扭性断层及 NE 向和 NNE 向右行张扭性断层❶。岩筒的左旋扭动迹象以及矿化流纹质角砾熔岩的展布形态,说明在 NEE 向断裂发生张-左行张扭性活动造成流纹岩上侵的同时,遇到了呈左行压扭性的 NWW 向断裂,致使 NEE 向断裂被 NWW 向断裂左行错移,并在交汇部位形成空腔,流纹岩熔浆侵入在空腔内。之后,NEE 向断裂再次左行张裂(并造成 NNE 向派生张裂隙),在封闭条件下与围岩发生交代作用的含矿岩浆热液在梨状断裂带内隐爆并充填,形成了第一次成矿的矿化角砾熔岩,并成为第二次成矿的矿源岩。

第二次成矿作用发生在隐爆角砾熔岩形成之后,区域构造应力场发生根本转变,在 NW 向挤压、NE 向拉张的区域构造应力作用下,含矿热液沿 NWW285 ~ 290°走向的右行张扭性复活断裂交代-充填围岩。

另外在岩筒的外围仍有多条 NW 向和 NNW 向矿化蚀变破碎带发育,破碎带的几何特征反映出的动力机制与主矿脉相同,应为同期产物。

3.2.2　水泉铜多金属矿控矿断裂及构造应力场

水泉铜多金属矿床(图 1,序号 2)出露在研究区西南部,为脉状热液交代-充填型矿床,矿脉穿切在上二叠统林西组砂岩之中,主体受 NW 向断裂控制。现已发现 19 条矿脉,分两条矿带,总体走向约 300°,矿脉走向以 280 ~ 300°为主(少量 330°),倾向 NE,倾角 60 ~ 70°,长一般 30 ~ 100 m(最长达 230 m),宽 2 ~ 5 m(最宽 12 m)(图 4)。

(1) 成矿期的控矿断裂及应力机制　矿脉主要发育在 NWW 至 NW 向展布的花岗斑岩脉和流纹斑岩脉边部及其上盘不远处的砂板岩之中,明显受控于花岗斑脉岩和流纹斑岩的侵位。在与矿脉及岩脉接触的砂板岩多已破碎,发育菱形断层角砾岩,其长轴走向为 305°,其反映出脉岩侵位时 NWW 走向断裂具右行张扭性质,构造应力场的最大主应力轴方向为 NW305°。而受张-张扭性断裂控制的矿脉走向主体展布在 280 ~ 330°之间,亦反映出 NW 向挤压、NE 向拉张的区域构造应力场。

(2) 破坏期断裂及应力机制　水泉矿有比较明显的两期破坏性构造。一期表现为近 SN 向或 NNE 及 NE(50 ~ 60°)向波折状延伸的花岗闪长岩脉和闪长玢岩脉将矿脉截切,从矿脉的规律性展布可以看出,近 SN 向或 NNE 与 NE(50 ~ 60°)向为两组共轭张扭性裂隙,反映出构造应力场的最大主压应力轴方向为 NNE25 ~ 30°。另外,在 NWW-NW 向延伸的矿体及其周围发育近 SN 向和 NE(60°)向两组共轭张扭性裂隙,裂隙中普遍充填有胶状或皮壳状褐铁矿薄层(一般 < 5 cm),说明该期构造有较弱的含铁热液活动。

❶ 内蒙古地勘十院. 1997. 双井地区 1∶5 万区调报告;1999. 锦山地区 1∶5 万区调报告;2000,库伦旗地区 1∶5 万区调报告.

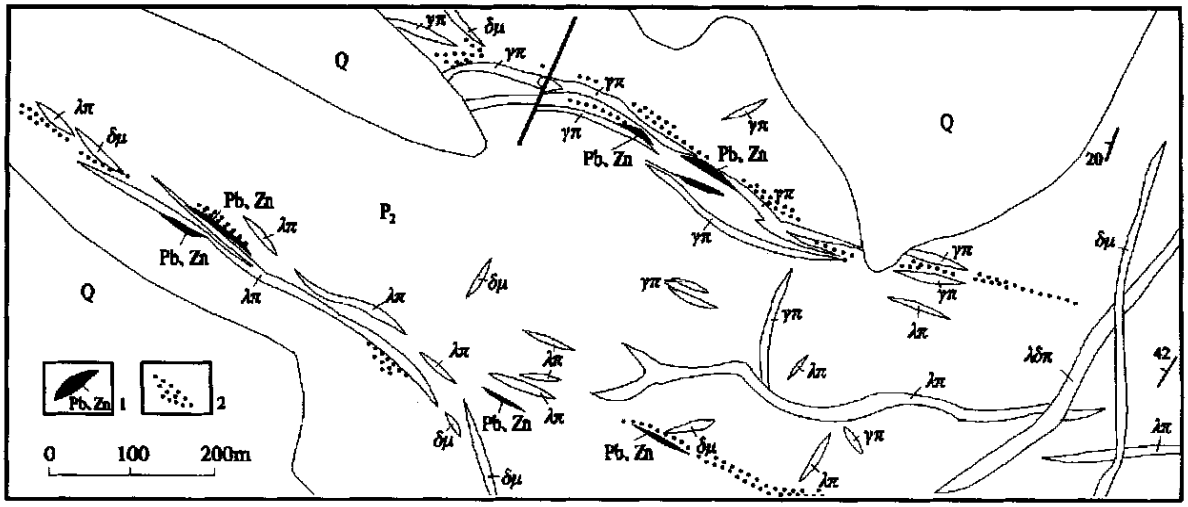

图 4 水泉铜多金属矿床地质图

1 —矿体;2 —矿化蚀变带;γπ—花岗斑岩;λπ—流纹斑岩;γδπ—花岗闪长斑岩;δμ—闪长玢岩;其他图例同图 2

Fig.4 Diagrammatic geological map of the Shuiquan ore deposit

1 —Ore body; 2 —Mineralization-alternation zone; γπ—Granite porphyry; λπ—Rhyolite porphyry; γδπ—Granodiorite porphyry; δμ—Dioritic porphyrite(Other symbols as for Fig.2)

另一期破坏性构造为在 NW 向展布的矿脉上发育的带有擦痕的断层,擦痕面产状 30°∠70°,擦痕线理侧伏向 SE,侧伏角 60°,由阶步反映出运动性质为右行-正斜滑断层(方曙,2000),主压应力来源于 NNW,该断层明显形成于成矿之后。由于该断层切割了 NE 向波折状延伸的中性岩脉,而且在中性脉岩之中透入性发育 NW300°和 NNE10°两组共轭张扭性裂隙,说明在 NNE 向挤压的构造事件发生之后,构造应力场又发生了转换,最大主应力方向为 NNW335°。

3.2.3 山河乡铁矿点控矿断裂及构造应力场

山河乡铁矿点(图 1,序号 5)出露在研究区东部。矿石主要由褐铁矿、赤铁矿及少量磁铁矿构成,围岩为上侏罗统满克头鄂博组(J_3m)酸性火山碎屑岩,地层产状 210°∠32°。矿体产状分两类:一类呈透镜状、似层状、豆荚状顺层充填于岩层之中,地表可见 4 层;另一类为脉状,矿脉沿走向 10°(产状 100°∠75°)和走向 65°(产状 335°∠75°)两条裂隙充填并与顺层矿体相连,形成蘑菇状矿体,矿脉宽 30 cm,可见长度 > 20 m。其中走向 10°的矿脉中铁矿石主要顺脉充填,充填于构造角砾之间,角砾多呈不规则状及菱形,而菱形角砾由 10°和 65°两组裂隙控制,反映出该矿脉断裂的右行张扭性,同时说明 10°和 65°两组断裂为一对共轭张扭性断裂,构造应力场为 NE35°方向挤压。该应力场与水泉矿第一期破坏性构造以及西沙拉锌矿点中,充填铁矿的 10°和 65°走向裂隙的应力场相同,为同期构造活动的产物。

3.2.4 西沙拉牧场铜矿点控矿断裂及构造应力场

西沙拉牧场铜矿点(图 1,序号 6)出露在研究区西部。矿化体发育在上二叠统砂板岩、细砂岩及晚侏罗世斜长流纹斑岩之中,主要表现为多条切割地层和斜长流纹斑岩体的脉状矿化蚀变带和矿化石英脉,宽 1 ~ 3 m 不等,长一般 > 20 m,走向在 NW300°至 NNE10°之间,脉体陡立。矿化石英脉的延伸及岩脉侵位的断裂派生构造皆反映出 NW300°与 NNE10°为一对共轭张扭性断裂,构造应力场的最大主压应力轴为 NNW335°,该应力场与水泉矿第二期破坏性构造应力场相同,应为同期产物。

4 成矿时代与断裂控矿作用的关系

控矿断裂的方向性、运动性质及其反应出的应力状态,受特定地质历史时期区域构造应力场的控制。太平山地区矿床及矿点中的控矿断裂反映出 4 期不同方向的构造应力场,该控矿构造运动皆属区域性构造运动,在华北北部及其他许多地区都可找到这几次构造运动形成的建造和构造形迹。

(1) 受 NE(60°±)方向挤压的区域构造应力场控制,在 NEE 走向张-左行张扭性断层与 NWW 走向左行压扭性断层交汇处形成次浅成流纹岩筒和

NEE 走向矿化隐爆角砾熔岩带。由于次浅成流纹岩筒形成于晚侏罗世白音高老期,而矿化隐爆角砾熔岩则形成于流纹岩侵位之后不久,因此成岩矿化时代为晚侏罗世晚期至早白垩世早期。该期(晚侏罗世至早白垩世早期)应力活动强烈,在内蒙古东部及其外围,形成了多条 NE 向展布的构造岩浆带、火山喷发带、隆起带和盆地(方曙等,2002)。

(2) 水泉等系列矿床(点)中矿(化)脉及控矿岩脉侵入的最新地质体为上二叠统及晚侏罗世次火山岩,时代明显在晚侏罗世之后。区域上,晚侏罗世与早白垩世早期之间无大的构造活动,上侏罗统上部层位白音高老组(J_3b)与下白垩统下部层位梅勒图组或义县组(K_1y)之间为平行不整合及微角度不整合,区域上两者的地层产状总体协调而未见有区域角度不整合界面,而且火山口和次火山岩的控岩断裂及构造应力场相同(皆为 NE 向挤压)❶。因此,NW 向挤压的控矿构造运动应发生在梅勒图组形成之后(早白垩世中晚期)。而在中国中东部许多地区都可找到早白垩世晚期构造事件(NW-SE 向挤压)造成的建造和构造形迹(Li,1993;Lu et al.,1994;李自　等,1996;侯光久等,1998;曾联波等,1999)。另外,NW 向展布的早白垩世晚期汉山花岗岩体(109.7 Ma)与控矿的 NW 向展布的花岗斑岩脉皆受相同或相近的构造应力场控制,应为同期产物。

该期活动造成了大量近 EW(或 NWW)向和 NW(或 NNW)向共轭张-张扭性断裂,是本区内生金属矿的主要成矿期,岩浆热液沿断裂侵位,在成矿有利的条件下形成矿(化)体。敖包艾勒(第二次成矿)、水泉、香山、油篓山等矿床和许多矿点都是该期构造活动的产物。

(3) 受 NE(35°左右)方向挤压的区域构造应力场作用,形成以及复活了近 SN(或 NNE)向和 NE65°向两组共轭张扭性断裂,并且沿断裂充填了中酸性脉岩和铁矿。这两组矿脉和岩脉切割了早白垩世中晚期形成的矿脉和岩脉,因此构造活动时代应在早白垩世中晚期之后。在华北北部,该期应力活动多造成断陷,致使孙家湾组类磨拉石建造沉积在断陷内(方曙等,2002)。孙家湾组在内蒙古东南部呈区域角度不整合覆盖于下白垩统阜新组之上,两者是两个不同构造旋回的产物,而且孙家湾组含有 *Acanthopteris onychioides* 等化石,地质时代为晚白垩世(扬欣德等,1997),因此构造活动时代应为晚白垩世。

(4) 区域上,NNW335°方向挤压的区域构造应力活动造成并复活了大量 NW 向及 NNE 向的张-张扭性断裂,它们切割了晚白垩世形成的岩脉,时代明显在晚白垩世之后。另外,在区域上,该期活动还造成上白垩统孙家湾组地层发生轴向 NEE 的纵弯褶皱(方曙等,2002),亦反映出在晚白垩世之后 NNW 向挤压的区域构造应力场。该期应力活动在本区多形成破坏性断裂构造,少数形成铜矿化石英脉。

5　结　论

太平山地区内生金属矿床的形成与中生代多次转换的区域构造应力场及其形成断裂直接相关。根据控矿断裂构造的分期配套及其交切关系,可将本区具不同区域构造应力场的控矿构造运动划分为 4 期,分别为:①晚侏罗世晚期至早白垩世早期,在 NE 向挤压的区域构造应力场作用下,形成 NEE 走向的矿化隐爆角砾熔岩带;②早白垩世晚期,在 NW 向挤压的区域构造应力场作用下,造成了大量近 EW(或 NWW)和 NW(或 NNW)走向共轭张-张扭性断裂,岩浆热液沿断裂侵位,在成矿有利条件下形成矿(化)体,该期为主成矿期;③晚白垩世,在 NE(35°)方向挤压的区域构造应力场作用下,形成以及复活了近 SN(或 NNE)向和 NE65°向两组共轭张扭性断裂,并且沿断裂充填了中酸性脉岩和铁矿;④晚白垩世之后,发育 NNW 向挤压的区域构造应力场,在本区多形成破坏性断裂构造。

References

An O. 1992. Tectonic stress fields[M]. Beijing: Seismological Press. (in Chinese).

Fang S, Ju W X and Zhang Y D. 2002. Many changements of regional tectonic stress fields of Mesozoic era in south-east Inner Mongolia [J]. J. Geomechanics, 8(1): 26 ~ 34 (in Chinese with English abstract).

Fang S, Zhu H S, Zhu H Z, et al. 2001. Evolution of the Kalaqin fault-uplifts at the north fringe of North China Platform [J]. Geology in China, 28(3): 5 ~ 11 (in Chinese with English abstract).

Fang S. 2000. Kinematic classification and map face expression of faults

❶ 内蒙古地勘十院. 1999. 锦山地区 1∶5 万区调报告;2000,库伦旗地区 1∶5 万区调报告.

[J]. Regional Geology of China, 19(4):430 ~ 433(in Chinese).

Hou G J, Suo S T, Wei Q R, et al. 1998. The features and deformation environment of the Ximeishan thrust-nappe structure in western Hunan Province[J]. Regional Geology of China, 17(1): 39 ~ 43 (in Chinese with English abstract).

Li J L. 1993. Tectonic framework and evolution of southeastern China [J]. J. Southeast Asian Ear. Sci., 8(1 ~ 4): 219 ~ 223.

Li Z K and Zhou C G. 1986. Nappe tectonics in Anhui[J]. Regional Geology of China, (2): 133 ~ 140 (in Chinese with English abstract).

Lu H F, Jia D, Wang Z H, et al. 1994. Tectonic evolution of the Dongshan Terrane, Fujian Province, China[J]. J. South Amer. Ear. Sci., 7(3):349 ~ 365.

Xu Z G. 1993. Metallogenic and tectonic setting of copper-polymetallic ore deposit in southeastern Inner Mongolia[A]. In: Zhang D Q, Zhao Y M, eds. Copper-polymetallic ore deposit of the Da Hinggan mountains and its adjacent regions[C]. Beijing: Seismological Press. 22 ~ 41 (in Chinese).

Yang X D, Li X Y, et al. 1997. Rock and sediment in Liaoning Province[M]. Beijing: China University of Geosciences Press. 133 ~ 144(in Chinese).

Zeng L B and Zheng C B. 1999. Origin of the regional fracturing in Yanchang epoch, Shaanxi-Gansu-Ningxia basin, significance for geology of oil and gas[J]. Regional Geology of China, 18 (4): 391 ~ 396 (in Chinese).

Zhao Y M, Wang D W, Zang D Q, et al. 1994. Ore-controlling factors and ore-prospecting models for copper-polymetallic ore deposit in southeastern Inner Mongolia[M]. Beijing: Seismological Press. 198 ~ 228 (in Chinese).

附中文参考文献

安 欧. 1992. 构造应力场[M]. 北京:地震出版社.

方 曙, 鞠文信, 张亚盾. 2002. 内蒙古东南部中生代区域构造应力场的多次转换及动力机制探讨[J]. 地质力学学报, 8(1):26 ~ 34.

方 曙, 朱洪森, 朱慧忠, 等. 2001. 华北地台北缘喀喇沁断隆隆升机制[J]. 中国地质, 28(3): 5 ~ 11.

方 曙. 2000. 断层的运动学分类及图面表达法[J]. 中国区域地质, 19(4):430 ~ 433.

侯光久, 索书田, 魏启荣, 等. 1998. 湘西喜眉山逆冲—推覆构造的特征与变形环境[J]. 中国区域地质, 17(1):39 ~ 43.

李自 , 周朝根. 1986. 安徽的推覆构造[J]. 中国区域地质, (2): 133 ~ 140.

徐志刚. 1993. 内蒙古东南部铜多金属矿床成矿构造背景[A]. 见: 张德全, 赵一鸣, 主编. 大兴安岭及邻区铜多金属矿床论文集[C]. 北京: 地震出版社. 22 ~ 41.

扬欣德, 李星云, 等. 1997. 辽宁省岩石地层[M]. 北京: 中国地质大学出版社. 133 ~ 144.

曾联波, 郑聪斌. 1999. 陕甘宁盆地延长统区域裂缝的形成及其油气地质意义[J]. 中国区域地质, 18(4): 391 ~ 396.

赵一鸣, 王大畏, 张德全, 等. 1994. 内蒙古东南部铜多金属成矿条件及找矿模式[M]. 北京: 地震出版社. 198 ~ 228.

Ore-controlling Role of Fractures and Ore-controlling Stress Field in Taipingshan Area, Eastern Inner Mongolia

Fang Shu, Wang Yongxiang and Li Lixin

(Inner Mongolia No.10 Institute of Geology and Mineral Exploration and Development, Chifeng 024005, Inner Mongolia, China)

Abstract

Researches show that the formation of endogenic metallic ore deposits in Taipingshan area is directly related to various tectonic stress fields and the formation of fractures in Mesozoic. The area has mainly experienced 4 epochs of ore-controlling structural movement, which took place respectively in late stage of Late Jurassic to early stage of Early Cretaceous, late stage of Early Cretaceous, Late Cretaceous and a period later than Late Cretaceous. Among these four epochs, the late stage of Early Cretaceous seems to be the major ore-forming stage, during which large quantities of nearly EW- (or NWW-) and NW- (or NNW-) trending conjugate tensional and tensional-shear fractures were formed under the action of NW-trending compressive regional tectonic stress field, and magmatic hydrothermal solution was emplaced along the fractures, forming ore (mineralization) bodies at favorable positions.

Key words: geology, ore-controlling role of fracture, ore-controlling stress field, Taipingshan area

http://www.kcdz.ac.cn/