

内蒙古腮忽洞地区金矿成矿构造能量场^①

全息光弹模拟及找矿靶区优选

张业明

(地矿部宜昌地质矿产研究所)

孙德育 王成金

(长春地质学院)

提 要 本文在系统研究区域控矿构造特征的基础上,运用全息光弹实验模拟了内蒙古腮忽洞地区燕山期金矿成矿构造能量场,并依据高能量异常区划分出 6 个金矿找矿靶区。

关键词 控矿构造 全息光弹实验 构造能量场 找矿靶区

光弹法是一种行之有效的实验应力分析方法。全息光弹实验是通过光学仪器,测量出与材料内部应力状态有关的光学参数的变化,从而确定材料中各点能量场及应力大小和方向。本次光弹实验则偏重于模拟成矿期地质体内部构造应力场中能量分布规律,进而为区域金矿靶区预测提供依据。

1 控矿构造特征

内蒙古腮忽洞地区位处华北地台内蒙地轴北缘,区内主要出露由变质表壳岩系和 TTG 岩套组合而成的晚太古代高级变质杂岩系和早中元古代钾长花岗岩、花岗质片麻岩等岩石类型。中晚元古代期间的韧性再造作用形成了横贯全区的大型近东西向韧性剪切带,已经发现的苦井忽洞、腮忽洞小型金矿床和后石花中型金矿床产布于该强应变软化带之中或其附近(图 1)。

研究查明,在韧性剪切带递进演变过程中,伴随有成矿元素的活化、迁移和富集,并在后石花一带局部形成了糜棱岩型金矿化体,但从绝大多数金矿体赋存于燕山前期脆性断裂中推测,该区主要成矿期与燕山期构造-岩浆活化作用同步。苦井忽洞金矿含金石英脉产布于 N50°~60°E 向压扭性结构面中,平面斜列显右行扭动特点;腮忽洞蚀变岩型金矿主矿体受北西西(290°)向张性断裂控制,在 N10°~15°E 向挤压破碎带内也有金、银矿化显示;在后石花金矿区,两期成矿特点较为清楚;中晚元古代的韧性剪切变形变质作用造成了含矿物质的初步富

① 收稿日期 1995. 4. 8 改回日期 1995. 6. 26

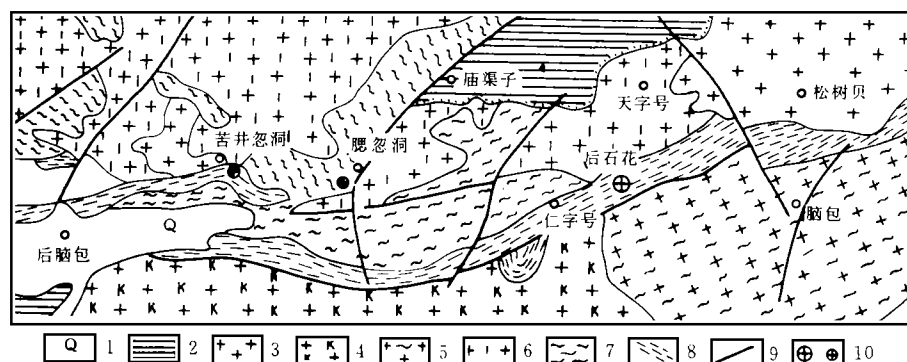


图1 内蒙古腮忽洞地区地质构造及矿床分布图

Fig. 1 Map showing geology and distributions of the gold deposits in Saihutong region Inner Mongolia

集,并在超糜棱岩中局部形成矿体;燕山期形成的蚀变岩型和含金石英脉型金矿体受控于同位叠加在糜棱面理之上的脆性压扭性片理化带,总体走向 $N60^{\circ}E$,含金石英脉呈透镜状或串珠状,平、剖面呈雁列排布,蚀变岩型金矿体一般发育在含金石英脉周围,矿化厚度随含矿脉体厚度增大而加厚。综合这些矿床的容矿构造特征,认为燕山期控矿构造是在北西西-南东东向(290°)挤压构造应力场作用下形成的。

2 成矿构造应力场的全息光弹实验

2.1 地质体内断裂构造的处理及模型建立

地质体在漫长的地质历史长河中,多期多次的构造叠加形成了复杂的构造形迹,在众多的构造形迹中尤以线性断裂构造最为发育。成矿期构造应力场作用于地质体,不仅产生一套新的构造组合,而且必然促使先存构造重新活动,活动强度既取决于先存构造特征,也与它们在成矿期构造应力场中所处的方位密切相关。因此,当成矿期构造应力场及其边界条件确定之后,地质体在成矿期构造应力场作用下应变能分布规律主要受断裂构造(包括先存的和新生的)控制,而成矿期后构造应力场只能对已形成的矿体产生破坏或改造。鉴于上述分析,光弹实验模型(图2)只刻划出成矿前和成矿期的断裂构造,并未表示成矿期后断裂。

2.2 模型材料的选择

全息光弹实验最终是试图建立应力和光学参数之间的数学关系,通过确定干涉条纹数值进行应力计算。然而,与主应力和 $(\sigma_1 + \sigma_2)$ 有关的等和线条纹和与主应力差 $(\sigma_1 - \sigma_2)$ 有关的等差线条纹往往同时出现在一张全息图上,而且相互调剂,尤其是当两种条纹线接近平行时则难以区分,这样势必造成分析难度,并导致计算误差。本次实验选择有机玻璃和聚碳酸酯两种模型材料,很好地解决了上述问题,可以单独获得等和线和等差线,原理如下:

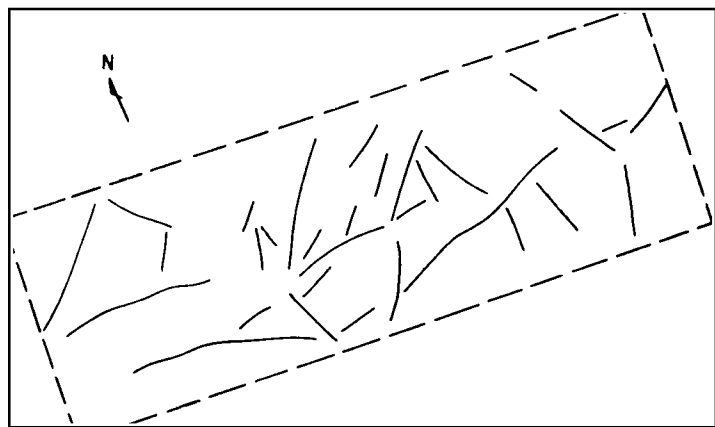


图2 全息光弹实验模型(图中虚线框内为研究区域)

Fig. 2 Experimental model of holographic photoelasticity

方式

通过系统地测量成矿期形成的断裂、节理等结构面的产状,并确定各结构面的力学性质,运用吴氏网投影得到成矿期地质体所受的最大主压应力方向为 290° ,且应力轴近水平。

在光弹实验中,能否对模型施加正确的载荷将直接关系到实验结果及其精度。本次实验采用砝码-杠杆式加载装置,载荷直接施加在模型两条较短的边界上,即加载方向为 $290^\circ \sim 110^\circ$ 。为了判断加荷的正确性,事先在施力点附近刻划一道细线,并在偏振场中观察,载荷在加压过程中已经处于正确的位置上。

2.4 全息光路图及全息图象

本次试验以物光与参光均为同旋圆振光进行光强讨论,光路图如图3。

全息图通过两次曝光获得,全息底板用参光和没有加载有机玻璃模型的物光曝光一次,然后用模型加载后的新物光和参光再曝光一次,便得到了等和线条纹图(图4)。用相同光路加载后一次曝光得到等差线条纹图(图5)。

曝光时间取决于模型材料性质,有机玻璃感光性弱,曝光时间较长,一般在2秒左右,而聚

(1)当用有机玻璃材料模型两次曝光时,光强度为:

$$I = 2 + 2\cos \frac{\pi d}{\lambda} (A + B)$$

$(\sigma_1 + \sigma_2)$

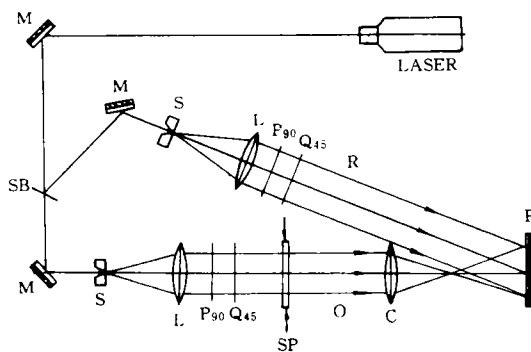
等差线不复存在,光强度仅由 $(\sigma_1 + \sigma_2)$ 决定,可单独获得等和线。

(2)当聚碳酸脂模型加载后一次曝光,光强度为

$$I = \cos \pi n c [n c = (\sigma_1 - \sigma_2) \frac{c d}{\lambda}]$$

当 $n c = \frac{1}{2}, \frac{3}{2}, \dots, \frac{2n-1}{2}$ ($n = 1, 2, \dots$) 时, $I = 0$, 可单独获得等差线。

2.3 实验加载的方向和



Laser—激光器 M—反光镜 SB—分光镜 S—扩束镜 L—准直镜 P₉₀—偏振器 Q₄₅— $\frac{1}{4}$ 波片 SP—模型 C—物镜;O—物光束 R—参光束 P—底板

图3 实验光路图

Fig. 3 Optical arrangement of the experiment



图4 全息光弹试验等和线图

Fig. 4 Isopachic fringe pattern of the holographic photoelasticity experiment

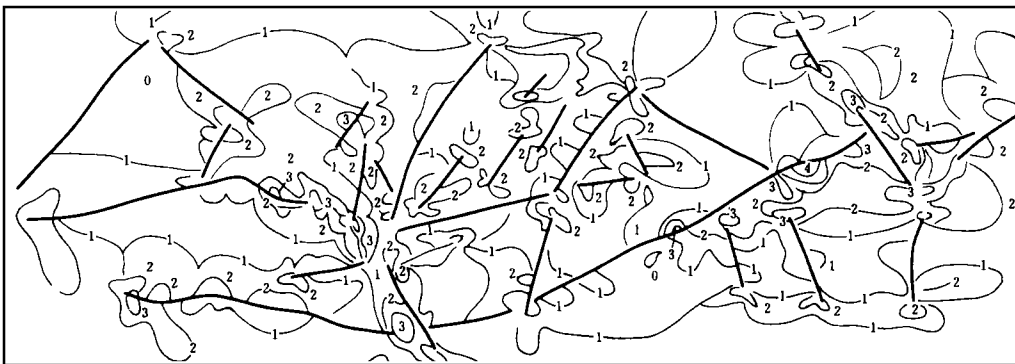


图5 全息光弹试验等差线图

Fig. 5 Isodifference lines of the holographic photoelasticity experiment

碳酸脂光学灵敏度高,采取瞬时曝光(0.02秒)。通过特征的零级条纹确定出条纹级数。

2.5 能量值计算及能量等值线图

应力和值($\sigma_1 + \sigma_2$)和应力差值($\sigma_1 - \sigma_2$)由下列公式求出:

$$\sigma_1 + \sigma_2 = \frac{f_p}{d_p} N_p \quad (1)$$

$$\sigma_1 - \sigma_2 = \frac{f_c}{d_c} N_c \quad (2)$$

式中: f_p, f_c 分别为有机玻璃材料和聚碳酸脂材料条纹值; d_p, d_c 分别为有机玻璃模型和聚碳酸脂模型厚度; N_p 为等和线级数, N_c 为等差线级数。

应变能的计算公式是:

$$U = \frac{1+\mu}{12E} [(\sigma_1 + \sigma_2)^2 + 3(\sigma_1 - \sigma_2)^2] \quad (3)$$

其中 E 为地质体弹性模量,由实验测得其值为 $3 \times 10^5 \text{kg/cm}^2$; μ 为泊松比,实测为 0.24。

综合(1)、(2)、(3)得应变能量计算公式(4)

$$U = \frac{1+\mu}{12E} \left[\left(\frac{f_p \cdot N_p}{d_p} \right)^2 + 3 \left(\frac{f_c \cdot N_c}{d_c} \right)^2 \right] \tag{4}$$

应变能计算是由计算机完成的,将实验模型数学上分成 697 个等积正方形单元,把每个单元已知的参数输入计算机,按编制的程序(略)计算出各小单元的应变能值。取能量间隔为 $2 \times 10^{-2} \text{j/cm}^2$,打印出成矿期地质体应变能分布等值线图(图 6)。

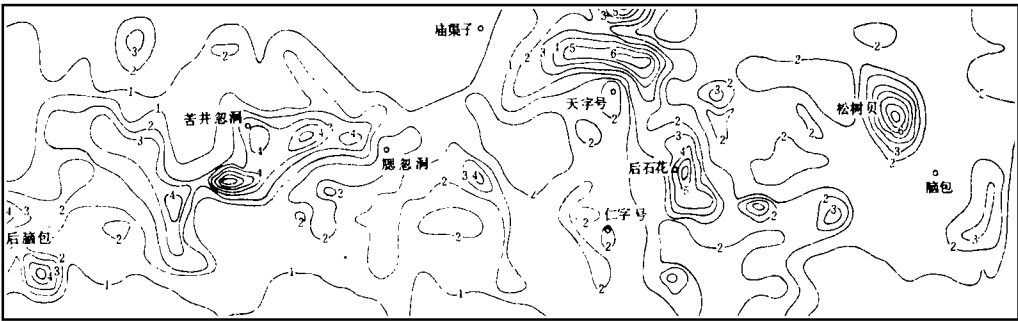


图 6 地质体成矿期应变能分布等值线图

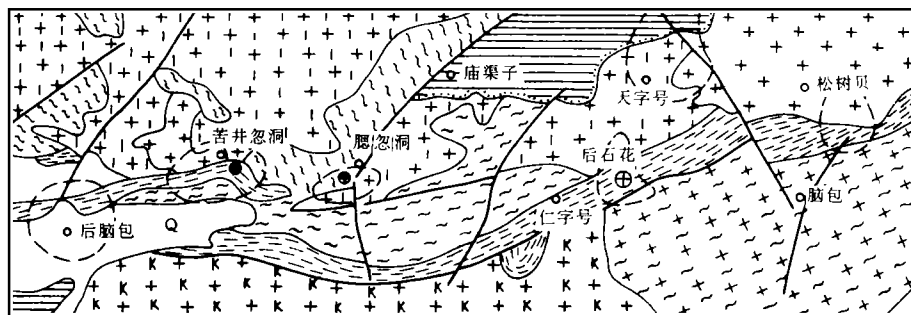
Fig. 6 Isogram of strain energy of the geological body in mineralization epoch

3 金矿找矿靶区优选

金矿的形成包含着极其复杂的地质环境和物化环境的动态演化过程,因此,在确定可能的金矿化靶区时无疑要综合考虑多种多样的因素。在其它地质条件相同的情况下,构造活动强弱程度往往与成矿作用关系密切,构造应力场中的能量相对集中区往往是形成金矿的最有利地区。

构造应力作用于地质体的功分弹性功和塑性功两部分,前者以弹性应变能的形成贮存于岩石中,后者则按热功当量关系转化为热能。弹性应变能越大,矿物变形越强烈,晶格格架越易发生改变,利于金的带出而进入含矿热液;岩石获得的塑性功愈高,转化的热能也愈大,从而愈利于含金元素的活化和迁移。因此,在成矿期构造应力场中,能量值相对较高构成的“异常”区段,也是含金元素活化和迁移最活跃的场所。从全息光弹实验模拟出的能量等值线图(图 6)上可以看出,已知的苦井忽洞、腮忽洞和后石花等金矿床均分布在高能量异常区域,从而在实际检验了这一理性认识的正确性。依据高能量异常区,将该区划分出 6 个找矿靶区(图 7)。

本次实验是在长春地质学院光弹实验室进行的,得到了实验室有关老师的帮助;文中所有图件由宜昌地质矿产研究所王丽娟清绘,在此一并致谢!



图中虚线为预测区界线,其它图例同图1

图7 内蒙古腮忽洞地区金矿找矿靶区预测图

Fig. 7 The map showing target areas of prospecting in Saihutong region, Inner Mongolia

参考文献

- 1 王成金,等. 旧店金矿床成矿构造应力场的全息光弹模拟及成矿局部构造区的确定. 长春地质学院学报,1986,(1)
- 2 Theocaris P S and Gdoutos E E. Matrix Theory of Photoelasticity. New York, 1979
- 3 Ostrovsky Yu I, Butusov M M and Ostrovskaya G V. Interferometry by holography. New York, 1980

THE HOLOGRAPHIC PHOTOELASTICITY MODELLING OF TECTONIC ENERGY FIELD OF GOLD ORE MINERALIZATION AND TARGET PREFERRING OF PROSPECHING IN SAIHUTONG REGION, INNER MONGOLIA

Zhang Yeming Sun Deyu and Wang Chenjin

(Yichang Inst. Geol. Mineral Resources, GASA) (Changchun College of geology)

Abstract

On the basis of studying regional ore-controlling structures, the holographic photoelasticity is used to imitate tectonic energy field of gold ore mineralization in Saihutong area, Inner Mongolia in this paper. Based on the anomaly area of the high energy, 6 targets of prospecting are determined.