

## 剪切变形环境中花岗岩类岩体膨胀

### 应变特征及其控矿作用

吕贻峰

(中国地质大学, 武汉 430074)

根据岩体侵位与区域性构造活动的相对时间关系, 分为构造期前、同构造期和构造期后侵位岩体三种情况。构造期前侵位岩体受后期区域构造的改变而发生十分明显的变形, 常形成长轴状岩体; 构造期后侵位的岩体, 其膨胀作用发生在区域构造活动之后, 岩体多为等轴状; 同构造期岩体受区域构造活动和岩体自身膨胀作用的共同影响, 由于二者之间的相互干涉, 出现多种复杂的应变图象。不同方式的构造活动在岩体周围产生不同类型的构造应变区和构造变形形迹。在单向挤压作用下, 同构造膨胀岩体周围出现环绕岩体的环状压缩环, 在岩体端部产生环绕岩体的连续的环状低应变区。因此, 在单向压缩下形成环绕岩体的面理环和线理环, 面理环在二维剖面上呈三角形, 线理环环绕最大压缩轴。在单向拉伸作用下, 环绕膨胀岩体产生苹果状压扁区, 在岩体两端产生两个独立的椭球状低应变区, 从而形成两个面理、线理锥状体。

通过对大量天然膨胀岩体的研究, 位于造山带内的岩体多受非共轴剪切变形的作用。岩体在非共轴构造变形环境下发生膨胀作用期间, 在其两侧和两端出现各具特色的应变图象。根据野外研究和三维计算机模拟, 在岩体侧面形成透镜状高应变区, 在两端则为主轴平行于岩体长轴的椭球状低应变区。而且应变类型不同, 岩体侧面为压扁变形, 两端为压缩变形。因此, 在这些部位形成不同的组构和构造。高压缩区的矿物拉伸线理比低压缩区发育, L 构造岩比 S 构造岩占优势; 相反在高压扁区, S 构造岩比 L 构造岩占优势。面理和线理的空间分布和组合型式十分复杂, 在岩体顶部和端部, 面理十分发育, 总体构成一个环绕岩体的三维不规则环。该环具三角形横断面, 在三度空间内, 该断面在岩体顶部为大的等腰三角形, 在端部为小的等边三角形。线理在顶部和端部亦构成不规则的三维环, 在空间上接近三维压缩环的方位。在岩体侧面的线理组合型式与上述位置不同, 大致与顶部线理协调一致而平行于接触带。在递进变形过程中, 线理环和面理环的位置随构造变形率和岩体膨胀率的相对大小而变化, 高于构造变形率的岩体膨胀率使环远离岩体, 反之, 则使环靠近岩体。在递进变形过程中, 由于环的迁移在岩体侧面造成的组构和构造叠加相对简单, 而在顶部和两端则十分复杂, 垂直线理局部变为水平线理; 新生面理改造早期面理形成劈理褶曲; 压缩应变椭球体叠加在压扁应变椭球体之上, 或者压缩区叠加在伸展区之上, 如形成褶皱化石香肠; 或者伸展区叠加在压缩区之上, 如香肠化褶皱。

环绕膨胀岩体的应变类型和量级影响岩浆热液的活动规律、迁移方向和富集部位。高应变区矿物易于溶解, 产生的流体与来自于岩浆的流体在低应变区汇合并发生沉淀。因此这在一定程度上控制岩浆热液型矿脉的分布位置和富矿地段产出状态。

辽宁丹东三股流花岗岩体是一个同构造期强力侵位的成矿岩体, 其生成、侵位和变形受 NE 向剪切带控制。在岩体两侧出现强烈地压扁变形, 构造面理十分发育。在两端, 特别是

东端以压缩变形为特征,近NW向褶皱发育。岩体北部的五龙金矿和东侧的四道沟金矿的形成和赋存状态可能与这两个特殊部位的应变类型和变形强度有关。

五龙金矿位于岩体北侧的压扁应变区内,金矿脉主要有三组;NNE向、NW向和SN向,其中矿化程度最好的为SN向,其次为NW向、NNE向。根据三组断裂的力学性质、分布状态和交切关系等分析,NNE向和NW向两组断裂为NE向区域剪切带的组成部分,而SN向断裂可能是在递进变形过程中岩浆膨胀作用占优势的情况下形成的SN向张裂,其分布范围仅局限于岩体北侧。由于断裂的引张性质为矿质沉淀的最有利场所,因此,SN向矿脉是矿区最主要的工业矿脉。根据矿脉矿化程度的综合研究,矿化最好地段是在距岩体1~3 km内。这刚好与岩体膨胀应变在围岩内的影响范围理论值一致。

四道沟金矿位于三股流岩体的东端,即压缩区内,这里相对岩体侧面,应变强度较低,因此,应是成矿热液聚集沉淀的最有利场所。对于矿体的赋存状态和控矿构造型式有两种不同的看法:一种认为是叠加褶皱控矿,即早期为EW向褶皱,晚期SN向褶皱叠加在EW向褶皱之上,褶皱叠加部位是主要的赋矿部位;另外一种认识认为,矿化体主要沿构造透镜体的周边、间隙或石香肠中的颈缩部位分布。这两种看法似完全不同的观点可以用一种解释统一起来。作为三股流岩体的端部,在区域构造变形和岩体膨胀变形的共同作用下为压缩应变区,因此形成轴近EW向褶皱。在递进变形过程中,压缩变形逐渐为伸展变形所代替,在早期褶皱的基础上叠加伸展变形,出现香肠化褶皱,而石香肠体的颈缩部位张裂和剪裂十分发育,因此是成矿的最佳场所。

## 地洼型沉积盆地地热演化及其与油气藏形成的关系

孙少华 王 璐 刘顺生 魏洲龄

(中国科学院长沙大地构造研究所,长沙 430013)

流经地表的热流是数种热源共同作用的结果。大陆地壳中两种最主要的热源来自于地幔冷却作用及其本身的放射性衰变。通过采用裂变径迹分析、热释光、镜质组反射率、矿物相及岩石热导率、U、Th、K含量等地热分析方法,结合构造-沉积及油气成矿学、地球物理等学科手段,对沉积盆地,特别是地洼型沉积盆地的地热演化史及其与构造-沉积发展和油气生演关系的综合研究,可以得知,沉积盆地的构造-沉积发育史与其古地热演化历程及今地热场状态密切相关。因之,盆地的地热时空演化,密地控制着盆地油气生演过程。地洼型沉积盆地形成于独特的大地构造背景之下,具独特的热演化历史、热-构造层组成,控制着特殊类型油气藏的形成。

### 1 古地热演化特征

(1) 多阶段性:沉积盆地的古地热演化历史,可以划分为多个发展阶段,它们控制着盆地构造运动,岩浆活动和变质作用的多期次性。澳大利亚西北部Timor海盆地便是如此,中生代以来,它经历了3个地热发展阶段,即三叠纪至早侏罗世低温阶段,中侏罗世高地温阶段和晚侏罗至今的低温冷却阶段。类似的,内蒙古二连盆地中生代以来也经历过3个地热发展阶段,分别是T-J<sub>2</sub>、J<sub>3</sub>-K<sub>1</sub>和K<sub>2</sub>-Q。

(2) 高热异常与低热异常期的存在。例如在二连盆地锡林浩特地区,地温梯度早二叠世