

韧性剪切带研究现状及发展趋势

胡 玲

(中国地质大学,北京)

韧性剪切带 (ductile shear zone) 又称韧性断层,它是一种呈带状展布的发育在地壳一定深度下的高应变带,是地表脆性断层向地壳深部延伸部分,与地表脆性断裂组成断裂的双层结构模式。

70年代初, Ramsay 和 Graham 系统地介绍了他们对韧性剪切带的研究成果,引起了国际地质学界对韧性剪切带的广泛关注。Sibson(1977)对糜棱岩形成机制的再认识更是掀起对韧性剪切带及其显微构造强烈而持久的研究热潮。90年代以来,韧性剪切带的研究已进入到一个更广泛、更深入的新时期,其研究内容大致集中在以下几个方面:

1. 剪切带几何学

Ramsay 根据剪切带外岩石有无变形及带内有无体积变化将剪切带划分为六种类型: (1) 不均匀简单剪切; (2) 不均匀的体积变化; (3) 不均匀的简单剪切与不均匀体积变化之联合; (4) 均匀应变与不均匀的简单剪切之联合; (5) 均匀应变与不均匀体积变化之联合; (6) 均匀应变、不均匀的简单剪切和不均匀的体积变化之联合。事实上,早期的研究基本上是以体积不变或改变不大、并以单剪或纯剪这两种简单变形机制为前提,只是近年来才逐渐转向更普遍的天然剪切带变形条件的研究,即在既有单剪又有纯剪的不均匀非共轴天然应力作用下的韧性剪切带的变形。剪切带属开放的变形系统,既有物质组分的带入与带出,更有体积的损失或膨胀。

2. 剪切带类型

按变形时力学性质的差异,剪切带可划分为脆性剪切带、韧性剪切带及脆-韧性过渡型剪切带三类。这种分类反映了温、压及地壳深度的不同。70-80年代,在世界各地发现了大量中上地壳以绿片岩相变质作用为主的脆-韧性过渡型韧性剪切带,近年来,人们已逐渐认识并深入到中下地壳具高级变质作用(角闪岩相-麻粒岩相)乃至上地幔韧性剪切变形特征的研究,同时也有浅层-超浅层微型韧性剪切变形带的发现。这些研究更深入地揭示了不同构造层次的韧性剪切带共同变形条件是合适温度、压力、流体等,而地壳深度不是必要条件。

3. 剪切带内糜棱岩的研究

1981年在彭罗斯国际糜棱岩研讨会上,普遍认为糜棱岩的三个特征是: (1) 与原岩相比,粒度显著减小; (2) 具增强的面理和线理; (3) 发育在较窄的强应变带内。糜棱岩的研究内容十分广泛和深入,涉及到糜棱岩中的各种变形现象及组构、单矿物变形行为及变形机制、糜棱岩的分类及识别、糜棱岩的运动及动力学等方面。其中对中下地壳主要造岩矿物尤其是长石类矿物变形行为及变形机制等的实验岩石学及天然变形的研究一直是近年来国内外学者探索的热点,而糜棱岩的分类及识别一直是我国学者讨论的热点问题之一。

4. 剪切带运动

剪切带内由于其非共轴变形机制,形成了大量的具运动学特征的不对称标志,如 S-C 面理、鞘褶皱等。对这些标志的详细研究,可获得应变速率、重结晶速率、应变量大小等变形参数。对剪切带中应变和运动学标志的发育和分布的实验研究,以图再现天然岩石变形的运动学过程,成为剪切带研究方向之一。

5. 剪切带动力学

剪切带动力学分析已进入定量—半量化阶段。对应力、应变及应变速率等变形参数的推算,再结合剪切带产状、规模、空间组合形态、类型等来建立韧性剪切带的构造模式,进而探讨其大地构造成因及演化规律。

6. 剪切带变形温压环境及变质作用

不同矿物的变形对不同的温压条件有不同的响应,利用矿物的不同变形行为,同矿物的变形组合以及地质温度计、压力计、稳定同位素、包体测温等可估算变形的温压条件。不同的温压条件伴随着不同类型的变质作用。从变质岩角度引入的 P-T-t 轨迹的有关温压环境参数已用来确定变形过程中不同变形机制的改变、变质过程、变形主峰期、变质主峰期及后期地块抬升或沉降速率的快慢等深入具体的韧性剪切带变形过程及变形与变质的关系。

7. 韧性剪切带体积变化与质量平衡

质量平衡分析是最近几年发展起来的一种剖析变形岩石中组分迁移规律的方法,是确定变质变形过程或其它地质过程中岩石物质迁移的一种定量分析,国内外已有不少学者在这方面作了尝试和探索。

除此之外,对韧性剪切带与岩浆作用的关系、韧性剪切带与地球化学及成矿作用的关系的研究也取得了重大进展。

总之,韧性剪切带的研究经过 70—80 年代的飞速发展,到 90 年代已进入到更加广泛更加深入和成熟的研究阶段,并呈现了多学科交叉渗透的发展趋势。